This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

UC-NRLF
B 3 733 932

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
SAN FRANCISCO MEDICAL CENTER
LIBRARY

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine.

ET

G. POUCHET

Maître de conférences à l'École normale supérieure

1876

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

PROVISOIREMENT 8, PLACE DE L'ODÉON, 8.

La Librairie sera transférée 108, boulevard Saint-Germain, le 1er octobre 1877

1876

225364

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

DES CHANGEMENTS DE COLORATION SOUS L'INFLUENCE DES NERFS

Par G. POUCHET

(Mémoire couronné par l'Académie des sciences. Prix de physiologie expérimentale, 1874.)

PLANCHES I A IV

INTRODUCTION.

I. — PRÉAMBULE. — HISTORIQUE.

Le travail que nous publions aujourd'hui a obtenu à l'Académie des sciences le prix de Physiologie expérimentale pour 1871. Il avait été déposé, sous le titre que nous lui conservons, dans la séance du 13 janvier 1873. Nous le faisons paraître sans autre changement que quelques additions que nous aurons soin de signaler quand elles se présenteront.

Nous devons avant tout rappeler ici le nom de Coste. C'est dans le laboratoire installé par lui à Concarneau que nous avons trouvé les principaux matériaux de ces recherches, c'est grâce à son appui que nous avons pu les mettre en œuvre (1).

(1) Voy. *Rapport sur une mission scientifique aux viviers-laboratoires de Concarneau* (*Archives des missions scientifiques*, 1873).

C'est un fait bien connu depuis longtemps que certains animaux changent rapidement de couleur sous certaines influences. Mais le nombre des espèces qui présentent cette particularité semblait assez restreint. Et sauf en ce qui concerne le caméléon, célèbre depuis Aristote, l'historique de la question qui nous a occupé ne prête point à de longs développements.

J. Stark (1), en 1830, fit un certain nombre d'expériences sur des espèces de poissons fluviatiles, *Leuciscus phoxinus*, *Gasterosteus aculeatus*, *Cobitis barbatula*, *Perca fluviatilis*. Stark plaça alternativement ces animaux sur fond noir et sur fond blanc et il les vit changer de couleur. Il rapprocha ce phénomène de celui que présente le caméléon. Mais il ne fit aucune expérience et ne hasarda aucune explication, ni sur le mécanisme, ni sur la cause du phénomène. « The final reason for this », dit-il simplement, « may be traced to the protection which they thus secure » from the attacks of their ennemies. » C'est déjà la présomption de l'existence d'un mimétisme volontaire. Stark remarque en effet que sur les rivages sablonneux, les poissons plats (*flounders*) et le congre (*eel*) sont plus pâles que sur les côtes rocheuses. C'est ce fait bien connu, que les pêcheurs traduisent en disant que les poissons « prennent la couleur du fond de la mer ». Le naturaliste anglais toutefois ne répéta point son expérience sur les espèces marines. Nous avons de notre côté répété les siennes avec succès sur un certain nombre d'espèces de poissons du Danube, dans le laboratoire de M. Stricker à Vienne pendant l'été de 1873.

En 1848, F.-A. Pouchet publia une note (2) sur les changements de coloration très-accusés que présente parfois en captivité la rainette (*Hyla arborea*), dans laquelle il les explique par l'expansion des cellules pigmentaires profondes qu'avait déjà signalée M. Milne Edwards sur les caméléons.

Le mémoire de M. Milne Edwards (3) est de 1834 ; la première

(1) *On Changes observed in the Colour of Fisches*, dans *Edinb. Philosoph. Journal*, t. IX, 1830, p. 32.

(2) *Note sur la mutabilité de la coloration des Rainettes et sur la structure microscopique de leur peau* (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 29 mai 1848).

(3) *Sur les changements de coloration chez le caméléon*, dans *Ann. des sc. nat.*

communication de M. Brücke à l'Académie de Vienne sur le même animal est de 1851 (1) et son grand travail parut l'année suivante (2). On verra plus loin que le célèbre physiologiste allemand ne s'est peut-être pas toujours rendu bien compte de toutes les conditions physiques qui produisent les couleurs observées sur le caméléon et sur certains batraciens comme la grenouille et la rainette; mais il met en évidence dès cette époque, par des expériences décisives, l'action du système nerveux sur l'état d'expansion ou de retrait des cellules pigmentaires. Plus de quinze ans après, les mêmes expériences sont reprises sur la grenouille par Th. Hering (3) qui tombe dans les mêmes erreurs anatomiques, et arrive aux mêmes conclusions physiologiques que Brücke.

Hering paraît incliner à penser que les nerfs agissent indirectement sur les cellules pigmentaires, en modifiant la circulation : les cellules pigmentaires se trouveraient donc sous la dépendance médiate des nerfs dits vaso-moteurs. M. Goltz, au Congrès des naturalistes allemands à Rostock en 1871 (4), et M. Vulpian dans ses *Leçons sur l'appareil vaso-moteur* (5) parues en 1875, confirment les faits signalés par Hering.

Dès 1871 nous présentions de notre côté sur le même sujet à l'Académie des sciences deux notes dont la seconde fixe les points importants que le présent travail ne fait que développer (6). Cette question depuis lors n'a pas cessé de nous occuper, et nous avons publié sur elle un certain nombre de mé-

(1) *Ueber den Farbenwechsel der Chamäleone*) *Sitzungsber. d. m. n. Kl. der KK. Akademie zu Wien*, Bd VII).

(2) *Untersuchungen über dem Farbenwechsel des Afric. Chamäleons* (*Denkschriften d. K. K. Akad.*, vol. IV, 1858).

(3) Voy. Hoyer, *Ueber die Bewegungen der sternförmigen Pigmentzellen und die dadurch Veränderungen in der Hautfarbe der Frösche, nach Untersuchungen von Th. Hering* (*Centralblatt*, 16 janvier 1869).

(4) Voy. *Revue scientifique*, 30 mars, 1872, p. 498.

(5) T. I, p. 317 et suiv.

(6) *Sur les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les poissons* (séance du 26 juin 1871). — *Du rôle des nerfs dans les changements de coloration des poissons*, note lue à l'Académie des sciences dans la séance du 16 octobre 1871, publiée par le journal *l'Institut* et reproduite dans le *Journal de l'Anatomie*, n° de janvier 1872.

moires, de communications et de notes (1), auxquels nous renverrons le lecteur sans insister de nouveau, dans les pages suivantes, sur les faits que nous aurons signalés ailleurs.

II. — CAUSES DE COLORATION. — EXPOSÉ DES FAITS.

Les différences de coloration qu'offrent les animaux sont dues ordinairement à des causes multiples qui s'ajoutent et se combinent pour produire sur notre rétine une impression complexe, mais d'où ne peut résulter qu'une perception simple de couleur.

Il faut distinguer :

1° Les colorations inhérentes aux substances organiques elles-mêmes, telles que la coloration rouge des muscles du bœuf ou de l'homme, que Bichat montrait déjà comme propre à leur substance (2).

2° Les effets résultant de certaines propriétés optiques comparables à l'épipolisme, ou de certaines dispositions produisant les phénomènes des réseaux et des lames minces.

(1) En voici la liste : *On the Connection of Nerves and Chromoblasts*, dans *The Monthly Microsc. Journal*, déc. 1871.

Sur les rapides changements de coloration provoqués expérimentalement chez les crustacés (séance de l'Académie des sciences, 11 mars 1872).

Sur les colorations bleues chez les poissons (séance du 20 mai 1872).

Note sur le changement de coloration que présentent certains poissons et certains crustacés (*Soc. de biologie*, séance du 2 mars 1873).

Note sur les cristaux bleus existant dans les tissus d'un branchipe (*Soc. de biologie*, séance du 15 mars 1873).

Note sur les changements de coloration chez la crevette grise (*Ibid.*, séance du 23 mars 1873).

Note sur les pigments (*Ibid.*, séance du 22 avril 1873).

Note sur les changements de couleurs présentés par les grenouilles et plus spécialement par la rainette (*Ibid.*, séance du 20 juillet 1873).

Ueber die Wechselbeziehungen zwischen der Netzhaut und der Hautfarbe einiger Thiere (dans *Med. Jahrbücher*, red. von Stricker, 1874, I Heft). Trad. dans le *Journal de l'Anatomie*, n° de sept.-oct. 1874.

Note sur la coloration bleue des oiseaux et des mammifères (*Soc. de biologie*, séance du 17 janvier 1875).

Note sur le mécanisme des changements de coloration chez le caméléon (*Ibid.*, séance du 24 janvier 1875).

(2) Il se trompait seulement en la croyant extractive, en y voyant ce que nous appelons un *pigment*; ce mot ne paraît avoir été introduit que beaucoup plus tard en anatomie : vers 1832, Blainville et Heusinger l'emploient simultanément.

3° Enfin les éléments anatomiques empruntent souvent leur couleur à des matières colorantes, solides ou dissoutes, distinctes de la substance de l'élément lui-même et qu'on en peut extraire par l'analyse immédiate. Ces substances colorantes méritent seules le nom de *pigments*. Elles sont de nuances diverses, elles sont tantôt à l'état granuleux et tantôt à l'état de dissolution réciproque dans la substance vivante.

Les éléments musculaires proprement dits ne paraissent jamais renfermer de pigments; les pigments sont au contraire très-répandus dans d'autres éléments anatomiques doués de mouvements sarcodiques et qui peuvent en conséquence présenter des changements de forme très-accusés sous certaines influences, telles que celle de l'électricité, de la lumière, etc. Nous leur donnons le nom de *chromoblastes*.

Ils s'étalent en nappes, ou se resserrent en masses arrondies. Ces changements ne modifient pas la quantité de matière colorante contenue dans l'élément, et par suite dans le tissu, mais ils modifient beaucoup l'impression rétinienne. Dans le premier cas la nappe étalée, masquant les couleurs plus profondes, impressionne seule la rétine. Dans le second, l'élément resserré en sphère ne mesurant pas plus de 15 à 20 μ fait sur la rétine une image plus petite que « l'élément rétinien » et dès lors devient invisible, tandis que les radiations émanant des parties profondes vont librement impressionner l'œil. Si l'on ajoute que dans le même tissu on peut trouver des chromoblastes de différentes couleurs et qu'ils peuvent être les uns ou les autres à divers états de contraction, on comprendra qu'il suffise de deux « jeux chromatiques » de cette espèce pour amener par leur état de contraction ou de dilatation relatives un nombre considérable de nuances.

Les changements de coloration qui ont cette origine avaient été depuis longtemps remarqués, mais la cause en avait été généralement méconnue ou mal interprétée. Ils sont tantôt rapides, instantanés, comme dans la sèche, et tantôt plus lents, mais cependant faciles à constater ; parfois ils sont périodiques, en rapport avec les fonctions de reproduction, comme chez l'*épinoche mâle*. On a cité, à côté du caméléon, les *poissons changeants* de Chine

qui modifient, dit-on, leur couleur dès qu'on les irrite (1). Les anciens aimaient, à ce qu'on raconte, à voir les changements de couleurs qui se produisent sur certains poissons tirés de l'eau; et Gœthe (2) relève nn passage de Forster, le compagnon de Cook, qui dit avoir vu à Taïti des poissons dont la peau chatoyait (*sehr schön spielte*) au moment de la mort.

Parmi les poissons de nos côtes, le turbot, la gobie (*G. niger*, var.), offrent pendant la vie des changements de couleur extrêmement marqués; ils se passent seulement dans des gammes moins voyantes. Ils sont éclatants chez le *Callionyne lyre*. C'est une croyance commune, avons-nous dit, parmi nos pêcheurs, que les poissons prennent la couleur du fond où ils vivent. Les physiologistes et les zoologistes n'avaient pas paru attacher, jusqu'à ce jour, beaucoup d'importance à ces modifications de coloris, dont l'étendue était d'ailleurs singulièrement exagérée par ceux qui en parlent. Il est constant toutefois, comme nous le montrerons, que certains poissons et certains crustacés changent rapidement de couleur sous l'influence des sensations visuelles dues au milieu ambiant. Il résulte de là qu'on peut provoquer ces changements en portant alternativement les animaux sur un fond éclairé ou sombre. Le cerveau recevant l'impression propagée de l'œil, réagit à son tour sur l'état de dilatation ou de contraction des chromoblastes. Chez les poissons au moins, les nerfs règlent manifestement cette action en tirant du grand sympatique leur influence.

C'est donc en physiologie une propriété nouvelle des nerfs qui se trouvent agir de la sorte sur les éléments sarcodiques aussi bien que sur les éléments musculaires proprement dits.

D'autre part, en zoologie, cette relation démontrée entre la couleur de certains animaux et le fond sur lequel ils vivent se relie directement aux faits de mimétisme qui ont soulevé dans ces dernières années des discussions si vives jusque dans le pays de M. Darwin. Les pêcheurs vous font très-bien remarquer que les

(1) Carbonnier, *Rapport et observation sur l'accouplement d'une espèce de poisson de Chine* (*Bull. de la Soc. d'acclimatation*, juillet 1869).

(2) *Zur Farbenlehre*, éd. 1840, t. XXXVII, p. 209.

poissons plats pris sur les fonds vaseux, ceux de la baie d'Audierne par exemple, sont moins foncés que ceux qui vivent au milieu des roches de la côte méridionale du Finistère : il pouvait être permis de voir là un effet des causes multiples signalées par M. Darwin comme contribuant à modifier l'extérieur des animaux, les poissons plus clairs étant mieux protégés sur un fond clair ou mieux à même d'y surprendre leur proie, de sorte qu'à la longue une race plus pâle en serait résultée, avec des caractères qu'entretiendrait l'hérédité. Le phénomène paraît plus simple encore que cela. Il est constant, ainsi que nous l'établirons plus loin, qu'un grand nombre de poissons peuvent rapidement modifier leur couleur, et d'eux-mêmes s'harmoniser avec celle du fond sur lequel ils se trouvent momentanément placés. En d'autres termes, on peut, chez certaines espèces, observer ou provoquer par l'expérience un véritable mimétisme passager.

Nous signalons ce point en passant. Nous éviterons de revenir sur un sujet qui touche spécialement à la zoologie.

Notre travail se divisera naturellement en deux parties. Dans la première *toute anatomique*, nous étudierons les pigments, les éléments anatomiques qui les renferment ou ceux qui, par des propriétés optiques spéciales, contribuent à donner aux animaux les couleurs que nous leur connaissons. Nous n'avons pas toutefois la prétention d'épuiser le sujet et de l'embrasser dans toute son étendue. Nous nous bornerons à signaler les faits que nous regardons comme nouveaux.

Dans la seconde partie, *toute physiologique*, nous rapporterons, en les discutant, les expériences que nous avons pu faire sur la mécanique des changements de coloration d'un certain nombre d'espèces animales et sur les causes extérieures qui provoquent ces changements.

PARTIE ANATOMIQUE.

I. — PIGMENTS.

Nous nous proposons de passer ici en revue les *pigments* contenus dans la substance sarcodique des éléments que nous désignons sous le nom de *chromoblastes*, soit à l'état de grains solides dits *granulations*, soit à l'état de dissolution réciproque dans la substance de l'élément.

Ces pigments appartiennent en général à la série xanthique des botanistes, c'est-à-dire que leurs nuances s'étendent du *rouge* au *jaune*, plus ou moins *rabattus*. Ils peuvent être tantôt d'un noir absolu et tantôt d'un jaune et d'un rouge extrêmement purs. Ce dernier cas est ordinaire quand le pigment est dissous, les mêmes nuances rabattues de manière à former des bruns, ainsi que le noir, sont généralement dues à la présence de pigments grenus. Ces derniers, ordinairement foncés, et les pigments dissous, presque toujours clairs, offrent des caractères chimiques non moins tranchés que leurs caractères optiques.

Le pigment noir, mélanique ou mélaïnique (Ch. Robin), qu'il soit d'ailleurs en granulations ou à l'état diffus, est insoluble dans l'acide sulfurique concentré (1). Le même acide offre avec le pigment rouge dissous dans la substance des cellules une intéressante réaction : il le fait passer successivement par les teintes vertes, bleues et violettes, c'est-à-dire qu'il lui fait parcourir l'échelle des couleurs les plus réfrangibles du spectre. La même réaction de l'acide sulfurique concentré sur le pigment rouge se retrouve avec la matière colorante du sang, mais sans que les anatomistes qui ont signalé les nuances diverses que prend celle-ci aient paru remarquer l'ordre important dans lequel elles se succèdent (2).

(1) Ce pigment toutefois est complétement digéré dans l'estomac des poissons et des céphalopodes (sèche), tandis que le pigment rouge des crustacés donne en général aux excréments de ces animaux une coloration rouge intense qui montre qu'il n'a pas complétement disparu dans le travail de la digestion.

(2) « L'action de l'acide sulfurique, après quinze à trente minutes de contact ou

On observe toujours cette réaction avec le pigment orange ou rouge qu'on trouve en abondance chez les poissons et les crustacés. Elle persiste après l'action de la chaleur sur la matière colorante; on l'obtient facilement sur des palémons (*Palemon serratus*) cuits. Nous l'avons encore retrouvée sur de grosses granulations rouges qui donnent la coloration rose à certaines espèces d'*Eolis* et de *Tubularia*. Les spicules rouges de l'*Alcyonium palmatum* se comportent de même avec l'acide sulfurique dont l'action générale peut être considérée comme déplaçant constamment le ton des différents pigments de l'extrémité la moins réfrangible vers l'extrémité la plus réfrangible du spectre.

Les deux réactions que nous venons de signaler permettent de dresser le tableau suivant qui n'est pas sans offrir un certain intérêt par le lien inconnu qui rattache la constitution chimique des pigments aux phénomènes optiques :

PIGMENTS DISSOUS		PIGMENTS GRENUS
		NOIR.
ROUGE.....	Les mêmes rabattus :	BRUN.
ORANGE.....		
JAUNE.....		

Par l'action de l'acide sulfurique,

deviennent..	*Vert*	Ne sont pas modifiés.
	Bleu	
	Violet	

se dissolvent.

Il ne faudrait pas croire toutefois que l'état physique des pigments et leurs caractères chimiques soient partout aussi nettement définis que nous l'indiquons ici. C'est ainsi qu'on trouve dans la crevette grise (*Crangon vulgaris*) un pigment *violet* qui est grenu et qui a des réactions spéciales. En réalité l'histoire des pigments devrait être étudiée par une série de monographies dans chaque espèce animale.

» plus, avec les grains d'hématosine anciennement ou récemment formés, les dissout » en colorant en *rouge jaunâtre*, soit le réactif, soit en même temps le tissu qu'il » gonfle quand on opère sur des grains d'hématosine encore contenus dans les » fragments de ce dernier. Au bout de quelques heures la coloration disparaît en » passant au *violet bleuâtre*, puis *verdâtre* plus ou moins foncé. » Ch. Robin, *Sur les colorations noires hématiques et mélaniques des tissus morbides* (*Journ de l'Anat.*, 1872, p. 80).

Gouttelettes. — Quand on observe un tissu riche en chromoblastes contenant du pigment jaune rouge dissous, on trouve le plus ordinairement au voisinage de ces éléments un certain nombre de gouttelettes colorées d'une manière intense dans la même gamme. Elles sont plus ou moins volumineuses ; les plus grosses mesurent 4 à 5 μ; elles sont réunies ordinairement en petits groupes. La substance de ces gouttelettes est très-réfrangible, évidemment analogue à celle qui colore les chromoblastes. Il est peu probable toutefois que ce soit du pigment pur et en quelque sorte à l'état d'isolement. Mais ces gouttelettes ont toujours un éclat plus grand et un ton plus riche que les éléments sarcodiques environnants de même couleur.

Pigment rouge et sa variété bleue. — Le homard se prête particulièrement bien à l'étude du pigment rouge et des diverses modifications qu'il paraît subir. Il est, dans les éléments qui le contiennent, tantôt à l'état dissous, et il offre alors une complète transparence avec une belle teinte rouge ; tantôt à l'état de très-fines granulations, ayant un diamètre juste suffisant pour être observées au microscope, beaucoup moindre par conséquent que celui des granulations mélaniques ordinaires. A l'état frais, si l'on malaxe dans l'eau avec les doigts le tissu rouge hypodermique du homard, on met ces granulations en liberté, et l'on peut ensuite les recueillir par décantation. En même temps les doigts s'imprègnent d'une couleur vermillon ou rouge-brique. Le linge, le papier, sont tachés de même.

Ce pigment offre par l'acide sulfurique concentré la réaction commune. Celui-ci le fait passer successivement au vert, au bleu, au violet et finalement le dissout sans laisser aucune trace de coloration.

Nous parlerons plus loin de l'extraction de la matière colorante rouge par le moyen de l'éther et de l'alcool.

La créosote dissout en totalité le pigment rouge en lui donnant une belle couleur groseille. Le pigment rouge paraît soluble en toute proportion dans ce réactif. Si l'on ajoute dans la solution une certaine quantité d'éther sulfurique, le mélange prend une couleur qui rappelle celle du vin de Madère, et qui est celle de

la dissolution du pigment rouge dans l'éther. A mesure que l'éther s'évapore le mélange reprend sa couleur groseille primitive. Si l'on ajoute de l'acide sulfurique à la solution dans la créosote, il y a un précipité, et le liquide prend une teinte verdâtre sale.

Ces solutions du pigment rouge dans l'éther ou dans la créosote ont une fixité remarquable. Après deux années pleines, elles ne paraissent pas avoir subi d'altération sous l'influence de la lumière, tandis que la couleur disparaît vite sur les animaux desséchés, ou conservés dans l'alcool.

Quand on monte dans la glycérine des préparations d'un tissu riche en chromoblastes rouges qui a d'abord macéré dans la liqueur de Müller ou dans l'acide chromique, on voit chaque chromoblaste environné d'une zone sur laquelle il semble avoir en partie déteint, comme si une portion de la substance colorante était soluble dans la glycérine, et non une autre portion. Les seules préparations qui nous aient montré les chromoblastes rouges du palémon sans trace de dissolution de la matière colorante sont celles qui ont été traitées par l'acide osmique faible avant d'être plongées dans la glycérine.

On peut extraire du pigment rouge et de ses variétés dont il sera question plus loin de très-beaux cristaux rouges. Il suffit pour cela, après avoir fixé les matières albuminoïdes par la cuisson ou par l'alun, de malaxer le tissu chargé de pigment rouge, tel que l'hypoderme du homard par exemple, dans un mélange bouillant fait à parties égales d'éther sulfurique et d'alcool. Le mélange prend la teinte jaunâtre que nous avons comparée à celle du madère. Si on le laisse en repos on voit se déposer à la longue sur les parois et le fond du tube de petits cristaux qui sont d'un beau rouge par transparence.

Extraits, lavés dans l'alcool où ils sont insolubles, et desséchés, ces cristaux ont un reflet métallique violet qu'on peut rapprocher de celui de l'aile du *Morpho Setchenowii*. Il ne se voit que sous certaines incidences. Observés au microscope, ces cristaux paraissent appartenir au sixième système (1). Ils sont, par transparence,

(1) Les angles aigus opposés d'une des faces larges, mesurés au microscope avec un goniomètre oculaire, nous ont donné les chiffres suivants : d'une part 88° 59′

d'un beau rouge franc, différents en cela des cristaux du sang qui ont une nuance tirant sur l'orangé. Ils sont insolubles dans l'alcool, dans la glycérine. Ils sont solubles dans l'éther et lui donnent la nuance madère. Si l'on ajoute une goutte de créso te, on obtient, quand l'éther est volatilisé, la coloration groseille caractéristique. Mais redissous dans l'éther, nous n'avons pu les faire cristalliser de nouveau.

Ils se brisent avec une grande facilité en fragments régulièrement clivés. Quand on observe leurs bords minces, on voit la coloration rouge qu'ils présentent sous une certaine épaisseur passer par l'orangé à une teinte un peu verdâtre.

Si on laisse évaporer à siccité le mélange d'alcool et d'éther dans lequel se sont déposés les cristaux, on obtient deux substances distinctes :

1° Une huile orangée dont la couleur appartient à la même gamme que celle de la solution;

2° Du pigment rouge amorphe probablement à l'état de pureté, mais que ses caractères de solubilité communs avec ceux du corps précédent rendent difficilement isolable (1).

On peut suivre aisément sous le microscope la séparation de ces principes immédiats. Il suffit, en prenant un grossissement assez faible, de laisser évaporer sur une bande de verre une goutte de la solution éthérée : on voit celle-ci s'étendre sur la bande et se partager rapidement en gouttelettes. Avant que ces dernières aient atteint leur plus petite dimension, ou en d'autres

(douteux), 42° 1′ et 43° 7′; d'autre part 55° 4′. — Observé à la lumière polarisée, le cristal est obscur quand le plan de polarisation est perpendiculaire au grand diamètre de la face; il est traversé par la lumière quand le plan de polarisation passe par ce grand diamètre. Ces caractères sont d'ailleurs communs aux cristaux du sang.

(1) Tout récemment (octobre 1875) nous avons obtenu des cristaux entièrement semblables en traitant de la même manière un coléoptère (*Timarcha maritima*, Perris) dont le sang a une teinte brune. On obtient par le mélange d'alcool et d'éther bouillants un liquide ayant la couleur madère caractéristique, au sein duquel se forment les cristaux. L'évaporation complète laisse en même temps déposer deux substances distinctes, l'une huileuse jaune orangée, l'autre plus solide, d'un beau jaune serin, polarisant la lumière et probablement formée par une agglomération d'aiguilles cristallines extraordinairement déliées. Ces deux substances s'altèrent d'ailleurs rapidement et l'on ne trouve plus au bout de quelques jours qu'un liquide *verdâtre* dans lequel les cristaux rouges subsistent sans être modifiés.

termes avant que le dissolvant soit complétement évaporé, on aperçoit dans chacune d'elles une ou deux granulations rouges extrêmement fines formées par le depôt du pigment rouge probablement à l'état de pureté.

Nous avons montré ailleurs (voy. année 1873 de ce *Journal*, p. 290 : *Recherches anatomiques sur la coloration bleue des crustacés*) la relation qui existe entre les pigments bleus soit à l'état solide, soit à l'état dissous, et les chromoblastes rouges chez les crustacés. Nous avons eu deux fois, depuis cette époque, l'occasion d'observer dans les viviers de Concarneau des homards atteints d'albinisme partiel, c'est-à-dire dont la carapace, dans certaines régions, est d'un blanc jaunâtre sale. En enlevant le test, on découvre qu'à ce niveau l'hypoderme est absolument dépourvu de chromoblastes rouges (1). Nous rappellerons à cette occasion l'éclat *bleu* des cristaux rouges signalé plus haut et cet autre fait : qu'on peut obtenir par l'intermédiaire de l'éther et de la benzine une solution de pigment rouge qui offre un dichroïsme remarquable : le liquide observé par transparence est d'une couleur *bleue* très-nette ; observé à la lumière incidente, il est au contraire d'une couleur *rouge* non moins nette.

Tout semble donc concourir à faire regarder le pigment bleu répandu soit sous la forme de corps solides (*cérulins* des écrevisses et des branchipes), soit à l'état dissous (dans les carapaces de l'écrevisse, du homard, etc...) comme une modification oxygénée (?) ou même simplement moléculaire du pigment rouge, et susceptible d'être ramenée par certains réactifs (créosote, cuisson) à la nuance de celui-ci.

On peut faire la même remarque pour la matière qui colore les œufs du homard en vert, soit après la ponte, soit dans l'ovaire lui-même. Le tissu de l'ovaire en particulier, broyé avec de l'éther, donne une bouillie de couleur abricot. L'acide sulfurique la fait passer au rouge vif, puis la ramène au jaune, et de là, s'il est

(1) L'animal, dans ce cas, peut être considéré comme atteint d'un véritable *albinisme*, différent de l'état (que nous avons désigné sous le nom d'*acyanisme*) des écrevisses rouges du lac Léman, dans lequel la modification bleue du pigment rouge fait seule défaut. (Voy. ci-dessus, année 1873, p. 307.)

concentré, lui fait descendre l'échelle du spectre. Cette dernière réaction est peu accusée, mais cependant très-nette. — L'acide azotique donne au tissu de l'ovaire une belle coloration rouge qui disparaît ensuite en passant par le jaune. — L'acide chlorhydrique lui donne une couleur rouge orangé clair, diffluente en rose dans le réactif. L'ammoniaque ajouté après l'action de ces acides ne fait point reparaître la coloration verte et est sans action directe sur celle-ci, aussi bien que sur le pigment rouge. Enfin le mélange bouillant d'alcool et d'éther donne les mêmes réactions et finalement les mêmes cristaux rouges qu'avec le pigment : ils sont même, dans ce cas particulier, très-abondants.

Pigment jaune. — Le pigment jaune est fréquent chez les reptiles, les poissons et les crustacés. — Tantôt il se présente à l'état dissous et tantôt à l'état grenu comme le pigment rouge, mais au contraire de celui-ci il paraît offrir sous ces deux formes des propriétés chimiques un peu différentes.

Chez les poissons on trouve souvent un beau pigment jaune franc, à l'état *dissous*. Nous citerons, comme exemple, celui qu'offrent les bandes jaunes alternant avec des bandes bleues sur les nageoires du *Callionyme lyre*. Au niveau de ces bandes le tissu est tellement rempli de pigment jaune qu'on ne discerne pas quels éléments le contiennent. Ce pigment paraît être, en très-faible proportion, soluble dans l'alcool : si l'on y met un de ces animaux, la liqueur jaunit tout d'abord, mais la coloration ne persiste pas.

La créosote dissout ce pigment en jaune et lui donne seulement une teinte un peu plus rousse de jaune indien ; cette coloration ne paraît pas persister non plus.

L'acide sulfurique produit sa réaction habituelle, qui se fait seulement ici avec une certaine lenteur. On voit dans le champ du microscope le pigment jaune perdre sa teinte franche et se réduire d'abord en gouttelettes d'un jaune verdâtre; peu à peu cependant, le pourtour de la préparation prend une teinte verte, puis bleue bien accusée.

Chez les crustacés le pigment jaune n'est pas moins abondant, mais il paraît exister surtout à l'état grenu. On le trouve sous

cette apparence dans des chromoblastes de grande taille et d'un beau jaune serin mesurant plus d'un millimètre quand ils son étalés, qui existent sur le bord latéral des anneaux des gros palémons. Au centre de l'élément ramifié en broussaille, on aperçoit parfois un point plus foncé, mais qui est dû, ainsi qu'on peut s'en assurer par le microscope, à la présence d'un autre chromoblaste de couleur différente, accolé au premier et contracté. Nous insistons sur ce point parce qu'il existe, ainsi qu'on le verra plus loin, des cellules colorées en jaune chez certains poissons, et dont le noyau offre une belle couleur orange paraissant due à une sorte de condensation de la matière jaune.

Le même pigment jaune grenu se retrouve dans l'*Hippolyte*, dans la *Squille*, chez le *Pagure*, où il contribue à donner la couleur blanche à certaines régions des appendices qui avoisinent la bouche.

Le volume des granulations jaunes qui forment ce pigment varie considérablement : chez le crangon (*C. vulgaris*) elles peuvent atteindre 1 μ de diamètre. On le trouve même dans le corps de l'animal, sous la forme de masses éparses, irrégulières, à surface hérissée de pointes mousses, et qui ne paraissent pas toutefois de nature cristalline.

Bien qu'une série de transitions semble relier, par l'orangé, ce pigment jaune grenu au pigment rouge, l'acide sulfurique concentré ne paraît point agir sur lui comme sur le pigment jaune dissous. Il n'est pas non plus soluble dans la créosote, ni même attaqué par elle après un contact de vingt-quatre heures.

Il convient de rapprocher de ce pigment le pigment jaune, également grenu, qu'on trouve répandu au milieu des éléments du tissu lamineux de l'Anatife (*Anatifa lævis*). Ce pigment est entièrement soluble dans le chlorure d'or légèrement acidifié.

Pigment violet. — On trouve chez le crangon un beau pigment violet assez exactement de la nuance du violet du spectre. Ce pigment observé sur des individus sortant de l'œuf est à l'état de granulations extrêmement fines, offrant tout au plus 0,1 μ de diamètre. On peut très-bien étudier ces granulations chez les jeunes individus dont nous parlons, en les recherchant sur les

plus fins prolongements des chromoblastes, alors que ceux-ci s'étendent ou se rétractent. On voit ces granulations souvent isolées ou réunies à deux ou trois, peu distantes les unes des autres, se mouvoir lentement, entraînées par un filament de substance sarcodique, dont on ne devine la présence qu'au mouvement de ces granulations.

Ce pigment a des réactions spéciales. La créosote le fait disparaître mais sans prendre aucune coloration rouge ou violette. Sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, on voit ce pigment se réduire en gouttes aussi opaques d'abord que le pigment lui-même, et qui flottent dans l'acide. Si on les suit, on les voit peu à peu devenir plus pâles, toujours avec la coloration violette, et enfin disparaître par l'affaiblissement successif de celle-ci, sans passer par aucune nuance de moindre réfrangibilité, de sorte qu'en définitive cette réaction rentre dans la loi commune (1).

Modifications des pigments sous les influences extérieures. — Les pigments contenus dans les chromoblastes sont-ils susceptibles d'être directement modifiés sous l'influence des conditions extérieures ?

D'après une assertion de Jurine, les lotes pêchées à de grandes profondeurs dans le lac Léman seraient toujours plus pâles que que celles de la surface (2). Divers exemples semblent indiquer, selon les cas, une action variable des radiations solaires. Tantôt, en effet, elles provoquent l'apparition d'un pigment, comme dans le hâle (3) ; tantôt elles semblent avoir sur les pigments, au moins

(1) Cet exemple n'est pas le moins remarquable de ceux que nous avons signalés. On peut se demander si l'action de l'acide sulfurique s'arrête ainsi à la limite du spectre visible ou si, continuant, elle ne donne pas naissance à des radiations analogues à celles des rayons ultra-violets. — C'est également peut-être ici le lieu de faire remarquer qu'un des résultats fréquents du grossissement des objets par le microscope est de modifier leurs couleurs précisément dans le même sens que l'acide sulfurique concentré modifie les couleurs des pigments solubles. Le sang *rouge* devient jaune, et nous pouvons ajouter comme autre exemple frappant celui du pigment de la Dendrophyllie (*D. arborea*) qui est *jaune indien foncé* et qui devient *vert* dans le champ du microscope. Chez les Serpules un pigment *pourpre* (rouge violet) à l'œil devient franchement *violet* sous le microscope.

(2) *Histoire abrégée des poissons du lac Léman* (*Mémoires de la Soc. de Phys. de Genève*, t. III, 1825).

(3) Voy. G. Pouchet, *Sur les colorations de l'épiderme*, thèse, Paris, 1860. Des

sur les pigments dissous, la même influence que sur les couleurs qu'on dit brûlées par le soleil. Des éleveurs de cyprins dorés prétendent que ceux-ci se décolorent quand on les tient au grand soleil dans des vases de porcelaine blanche, et que pour avoir des animaux d'un beau coloris, il faut au contraire les tenir à l'ombre.

Parmi les pêcheurs c'est une opinion commune que les poissons de mer d'une même espèce, pêchés sur les fonds, ont en général un coloris plus éclatant que les individus habitant la côte, ce qui serait contraire au fait signalé par Jurine. Les scorpènes pêchées à Concarneau, près du rivage, sont d'un brun jaunâtre, tandis que celles qu'on drague à trente brasses ont une belle couleur lie de vin. Il semble même que, plus profondément, on en trouve qui sont d'un rouge écarlate franc, tout en conservant dans cette nuance la même livrée que les individus de couleur terne.

Ces influences mal définies n'agissent pas seulement sur les pigments, pour modifier l'éclat du coloris des animaux. Il suffit de constater la différence d'un *Labrus bergylta* bleu et rouge qu'on vient de pêcher, avec un autre de même livrée vivant depuis longtemps dans un aquarium où il est parfaitement acclimaté. Et la comparaison est d'autant plus frappante dans ce cas, que la modification porte à la fois sur la coloration rouge due directement à la présence d'un pigment, et sur une coloration bleue due à un effet physique dont nous parlerons plus loin, mais dont l'intensité dépend elle-même de l'abondance de pigment mélanique mêlé aux éléments anatomiques qui donnent ces radiations bleues (1).

II. — Chromoblastes.

Nous avons proposé d'appliquer ce nom à des éléments anatomiques qu'on retrouve avec une grande uniformité de

protées que nous avons rapportés d'Adelsberg et que nous avons pu suivre pendant plus d'une année chez M. Carbonnier, avaient manifestement pris une couleur brune tout à fait distincte de l'apparence *immature* des individus qui viennent d'être pêchés dans les grottes. Les zoologistes avaient indiqué une espèce noire vivant dans les marais de Zirknitz, et qui semble n'être formée que d'individus rejetés à l'extérieur par quelque accident et qui ont pris la même nuance foncée sous l'influence de la lumière du jour.

(1) Voy. pour d'autres exemples : La Blanchère, *Sur les changements de coloration produits chez les poissons par les conditions d'habitat. Comptes rendus*, 28 oct. 1872.

caractères chez les vertébrés, les articulés et les mollusques. On peut les définir : *des éléments anatomiques appartenant au groupe des éléments du tissu lamineux, constitués par une substance plus ou moins contractile* (*sarcode*), *ayant ordinairement un noyau et renfermant un pigment, soit à l'état de granulations, soit à l'état de dissolution réciproque.* Nous réservons le nom de *chromatophores* aux mêmes éléments devenus, par suite d'un développement spécial, de véritables organes qu'on trouve chez les céphalopodes, et sur lesquels nous reviendrons plus loin. Cette distinction est plus que justifiée par les différences profondes que présentent les chromatophores et les chromoblastes à l'état adulte après avoir été identiques pendant les premiers temps de leur existence.

Des éléments anatomiques tout semblables à ceux que nous désignons sous le nom de chromoblastes peuvent très-vraisemblablement exister sans contenir de pigment. Mais comme la présence de ce pigment, tout accidentelle et toute secondaire qu'elle puisse être, constitue en réalité pour l'élément une propriété nouvelle d'où résulte une fonction nouvelle intimement liée à la présence de ce pigment, nous avons pensé que l'introduction de ce terme nouveau de « chromoblastes » avait sa raison d'être dans l'ensemble de particularités anatomiques et physiologiques intimement unies que ne paraissent point posséder les mêmes éléments exempts de pigment.

Ces éléments semblent, par divers caractères, devoir être rapprochés des corps fibroplastiques (1). Dans la pie-mère des individus très-bruns, chez les poules atteintes de *mélanisme* ou « poules nègres », le pigment est très-nettement localisé dans les cellules du tissu lamineux (2). Et il semble qu'entre ces dernières non contractiles (3) et les chromoblastes on puisse établir une

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur les colorations noires, etc.* (Ci-dessus, année 1872, p. 92).

(2) Carl Bruch (*Untersuch. zur Kentniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere*, Zurich, 1844) signale des cellules pigmentaires dans les tendons et les muscles d'un Skink (?) de la Nouvelle-Hollande.

(3) On peut observer, en particulier sur les corps fibroplastiques suspendus dans la matière amorphe de la queue des têtards de grenouille, certaines déformations

série de transitions, comme si tous ces éléments appartenant à une même famille étaient formés de la réunion de deux substances, l'une passive, l'autre contractile, unies en proportion variables.

On s'est demandé quel était l'état actif et par suite l'état de repos de ces éléments. Brücke, dans son mémoire sur le caméléon, attribue l'état de repos à la forme sphérique des chromoblastes. Goltz, cité par M. Vulpian (1), adopterait la même interprétation ; tandis que M. Vulpian appelle du nom de paralysie l'état dilaté ou rameux des éléments. On verra plus loin qu'un rapprochement sous ce rapport entre les chromoblastes et les chromatophores des céphalopodes n'est nullement justifié. Pour les éléments sarcodiques, il semble simplement plausible — comme pour tous les corps nettement contractiles que nous connaissons — de rapporter l'état actif à la forme sous laquelle le corps présente la moindre surface, la mort pouvant d'ailleurs le surprendre dans un état aussi bien que dans l'autre, de même qu'elle immobilise les différents muscles du corps ou même les différentes parties d'une même fibrille, soit en état de contraction, soit en état d'extension (2). Il suffit au reste, en pareil cas, de fixer la valeur des termes : nous appellerons *contractés* les éléments sarcodiques réduits à l'état sphérique, et *dilatés* ceux qui s'écarteront de cette forme. — En réalité, l'expansion d'un chromoblaste est un phénomène de contraction aussi bien que l'acte de se ramasser en sphère : la seule différence c'est que, dans le premier cas, les lignes à l'extrémité desquelles s'appliquent les forces en jeu sont éparses et de direction diverse ; dans le second cas, toute ces lignes convergent vers un centre commun, à la manière des rayons d'une sphère.

qui deviennent très-accusées si l'on suit le même élément pendant plusieurs jours ; mais ces changements de forme sont en même temps très-limités, très-distincts en particulier des mouvements que l'on constate en même temps sur les leucocytes errants dans la matière fondamentale, lesquels sont eux-mêmes analogues aux mouvements des cellules pigmentaires.

(1) *Loc. cit.*

(2) Ceci peut se voir en particulier, sur les fibres musculaires traitées directement par l'hydrate de chloral.

Distribution des chromoblastes. — La loi formulée par Heusinger sur l'antagonisme du pigment et de la graisse est de toute rigueur pour la distribution des chromoblastes : on les trouve partout répandus à la périphérie des organes dépourvus de graisse, œil, nerfs, vaisseaux, etc...; chez le *Gobius niger* var. on peut voir, dès le premier âge, un chromoblaste énorme (plus grand que tous ceux qui sont déjà apparus en différents points) accolé contre la face interne de l'oreille. De même, des chromoblastes de dimension exceptionnelle se montrent chez certains embryons de poissons, à la face supérieure de la vessie natatoire, d'où leurs prolongements s'étendent de chaque côté de l'organe comme des coulées d'huile. Il existe aussi chez la plupart des vertébrés des cellules pigmentaires au voisinage des centres nerveux. On les trouve déjà à cette place, et à cette place seulement chez l'*Amphioxus* (1); nous ne les avons pas vues en état d'expansion, n'ayant pas eu l'occasion d'observer l'animal vivant.

Chez les anguilles longues de 8 à 10 centimètres, on trouve ces chromoblastes régulièrement répartis de chaque côté de la moelle ; un grand chromoblaste répond à chaque vertèbre ; ils peuvent servir à les compter. C'est probablement une disposition analogue ou correspondante qui existe chez l'*Amphioxus*. Chez de jeunes gymnètres longs de 12 à 15 centimètres, et dont le corps est absolument transparent, on découvre au voisinage de l'anus un grand chromoblaste unique.

Les vaisseaux des batraciens sont recouverts d'une sorte de membrane adventive formée de chromoblastes offrant parfois un développement considérable ; ce sont les *vasa nigro-maculata* de Mayer (2). Les vaisseaux des poissons présentent souvent la même particularité. Les chromoblastes y sont mêlés d'*iridocytes* dont nous parlerons plus loin, et l'effet combiné de ces deux sortes d'éléments anatomiques est un éclat argentin bien connu. Ceci existe d'une manière très-nette chez le turbot. Les chromoblastes

(1) Le chromoblaste médian fixé à l'extrémité antérieure de l'axe nerveux ne semble, au moins sur nos préparations, différer en rien de ceux qu'on trouve un peu plus en arrière de chaque côté de la moelle. Cf. Hasse, *Zur Anat. des* A. lanceolatus (*Gegenbaur's Morph. Jahrbuch*, 1875).

(2) Voy. C. Bruch, *loc. cit.*, p. 36.

répandus sur les parois des vaisseaux paraissent ne jamais renfermer que du pigment noir. On trouve des chromoblastes jaunes jusque sur le milieu de la cornée de certains poissons.

Chromoblastes dans l'épithélium. — Les chromoblastes sont rares dans l'épithélium des poissons; ils sont au contraire abondants dans l'épithélium des batraciens. Chez le têtard la seule région où l'on n'en trouve point est la couche épithéliale qui passe au devant de l'œil. Dans l'épithélium de la queue, ils sont justement situés à égale distance de la face libre et de la face profonde, entre les cellules polyédriques dont leur forme étoilée les distingue aussitôt. Ils sont isolés les uns des autres et s'enfoncent dans la membrane à mesure que les cellules de celle-ci se rapprochent de la surface pour tomber en larges lambeaux.

Chez les poissons, on ne trouve pas ordinairement de cellules pigmentaires dans l'épithélium. Il y a toutefois des exceptions. Quand on observe la bordure ou les taches bleues de la nageoire du grondin, on remarque de petites éminences visibles à la loupe, formant un point noir saillant. Elles sont constituées par des amas d'éléments anatomiques dépendant de l'épithélium et qui tombent avec lui sur les pièces macérées dans les acides acétique ou chlorhydrique faibles. Les cellules qui forment ces amas sont remplies de pigment grenu noir; nous ne les avons pas vues avec des prolongements, et il est possible qu'elles ne soient point sarcodiques.

On peut aussi trouver des chromoblastes dans l'épithélium des jeunes turbots : ils ont des ramifications extrêmement fines.

Nous devons signaler à cette place des éléments anatomiques chargés de pigment, et qui méritent à ce titre le nom de chromoblastes, mais qui paraissent absolument dépourvus de mouvements sarcodiques. On les rencontre chez les poissons, soit dans la cornée de diverses espèces, soit au milieu du tissu lamineux (chez l'épinoche). Ces cellules sont toujours pigmentées en jaune, le noyau est d'une belle couleur orange, le corps de la cellule finement granuleux, sans paroi propre. La forme de l'élément est en général ovoïde, à contours assez réguliers, et ne rappelle en rien la figure rameuse habituelle des chromoblastes. Ces particularités, jointes

surtout à l'accumulation de pigment dans le corps même du noyau, peuvent laisser supposer que les éléments qui offrent ces caractères ont dépassé la période active de leur existence et représentent des cellules allant entrer ou déjà entrées en état de régression (voy. pl. II. fig. 5, 6 et 7).

La dimension de ces cellules varie : elles mesurent en général 20 sur 40 μ de diamètre. Elles peuvent toutefois avoir des dimensions plus considérables. Le noyau est petit comme dans la plupart des éléments anatomiques des poissons ; il est ovoïde et mesure environ 3 sur 4 μ.

Ces éléments sont quelquefois groupés plusieurs ensemble, d'autres fois isolés. On les trouve au milieu du tissu lamineux, dans la queue de l'épinoche par exemple, et entre les rayons accolés qui soutiennent celle-ci. Nous en donnons la figure.

Développement chez les poissons. — Les chromoblastes apparaissent de très-bonne heure chez les poissons. Ils précèdent l'éclosion, même chez les espèces où celle-ci est hâtive (*Macropodius*) ; sur le *labre* au premier ou au second jour après l'éclosion, ils sont déjà de deux couleurs, les uns jaunes et les autres noirs.

Chromoblastes des articulés. — Les articulés présentent des chromoblastes qui ont la plus grande analogie avec ceux des vertébrés. Toutefois ils sont rares chez les insectes : on peut signaler, comme fait exceptionnel, leur présence dans les larves d'anophèle (1).

Parmi les crustacés inférieurs, les *Caprella* offrent de petits chromoblastes très-régulièrement ramifiés et de teinte sombre, brunâtre (2). Chez le *Bopyrus Palæmonis*, le pigment est d'un noir intense.

Chez les crustacés supérieurs, la gamme de couleurs que présentent les chromoblastes est en général la même que chez les vertébrés, oscillant du jaune rouge au noir par le brun. Nous avons cependant signalé la présence du violet chez le *Crangon vulgaris*.

(1) Voy. *Développement du système trachéen de l'anophèle* (*Archives de zoologie expérimentale*, 1872, n° 2).

(2) Les *Caprella* offrent en plus, sur le corps et les appendices du tronc, des taches d'un rose tendre très-pur, dont la coloration réside, au moins en partie, dans le test et probablement aussi dans l'hypoderme au-dessous de lui.

On trouve des chromoblastes rouges de dimension considérable chez le homard. Quand on soulève le test, on voit le tissu sous-jacent complétement écarlate par leur fait. Ils ont un noyau volumineux. En même temps on observe le même pigment qui les colore, répandu entre les éléments, soit en grains, soit en petites gouttelettes foncées comme nous l'avons marqué plus haut. On peut voir directement du dehors un certain nombre de ces chromoblastes rouges dans le voisinage de l'anus, où l'enveloppe chitineuse est considérablement amincie et transparente.

Il peut arriver qu'on croie découvrir avec le microscope un chromoblaste dans lequel existent simultanément deux pigments ou même trois. Plus fréquemment il n'y a que deux couleurs. On voit, par exemple, des ramifications jaunes qui semblent partir d'une masse rouge centrale (chez les palémons); d'autres fois ce sont des prolongements violets et jaunes qui s'irradient autour d'un point rouge (chez les crangons). Ces différents aspects sont dus à la juxtaposition de deux ou même de trois éléments qui restent toujours absolument distincts et même se contractent ou se dilatent par des influences inverses.

Développement chez les crustacés. — On peut facilement suivre la formation des chromoblastes chez le homard. Des chromoblastes rouges bien développés existent déjà quand la masse vitelline occupe encore la moitié de l'œuf. La plupart présentent un noyau de petite dimension mesurant 5-6 μ, non granuleux, à contour net. L'élément est très-contractile.

A la même époque on découvre également des chromoblastes jaunes avec un noyau pareil, et enfin des gouttelettes isolées dont la coloration tire sur l'orangé (1).

Ces chromoblastes jaunes et rouges se distinguent aisément à travers les tissus transparents, et l'on peut suivre leurs changements de forme. Ils sont répandus dans toutes les parties du corps, les branchies exceptées; ils sont accolés, soit à la face profonde de l'hypoderme, soit à la surface des muscles.

Il est aisé en même temps de se rendre compte que le *pigment*

(1) Les cônes pigmentés de l'œil sont entourés à cette époque de petites gouttelettes larges de 2-3 μ de la même nuance que les chromoblastes jaunes.

rouge, au moins à cette époque, n'est pas répandu dans tout l'élément et qu'il est nettement limité au milieu de la substance sarcodique. Le sarcode contient de fines granulations claires, ses contours sont extrêmement pâles; le noyau n'y est pas toujours apparent. La masse de pigment, nettement limitée dans le corps cellulaire, paraît fluide, complétement homogène, transparente, d'un beau rouge écarlate; elle est peu réfrangible et se distingue par là des gouttelettes rondes qu'on trouvera plus tard éparses dans le tissu. Il est difficile de décider si cette matière rouge est contenue comme un corps insoluble dans le sarcode, ou si celui-ci reste mélangé seulement en proportion moindre à ce pigment. Quand le pigment commence à apparaître dans le sarcode préexistant, il semble que le noyau de la cellule devienne moins granuleux.

L'apparition des chromoblastes est encore plus facile à observer chez la langouste, sur les œufs arrivés à la même phase, c'est-à-dire quand la masse vitelline occupe encore tout le céphalothorax et le rend gibbeux.

Dans la crevette grise (*C. vulgaris*) le développement des chromoblastes offre un intérêt spécial en raison de la diversité des pigments *violet*, *jaune* et *rouge*. L'étude de l'embryon montre que, loin de représenter des états successifs, ces trois pigments, dès l'instant de leur apparition, ont une sorte d'individualité propre, et se produisent dans des éléments distincts quoique ordinairement ou peut-être même toujours rapprochés.

En prenant au mois de février (sur la côte de Bretagne) des crangons chargés d'œufs, on arrive sans peine à trouver des embryons parvenus à la période de leur développement où la couleur apparaît. C'est à peu près quand le vitellus n'occupe plus environ que le tiers du contenu de l'œuf. Les appendices céphaliques repliés sur la face ventrale, les membres couchés le long de l'abdomen et dans la même direction, commencent à être visibles ; le pigment oculaire existe profondément. C'est à cette époque qu'on voit les cellules pigmentaires se manifester par groupes de trois éléments : 1° un pour le pigment rouge, 2° un pour le pigment jaune, 3° un pour le pigment violet,

Le premier groupe qui se montre, se trouve au voisinage des appendices céphaliques, de chaque côté du sillon qui divise en dessus les deux masses nerveuses en rapport avec les yeux. Ce double groupe conserve pendant longtemps un développement plus avancé que les autres. Il présente des ramifications qui s'étendent au loin en dedans et en avant, remontant par dessus la masse céphalique, si bien que les ramifications des deux groupes opposés arrivent à se toucher, et semblent parfois se confondre dans le sillon médian. Mais tandis que les chromoblastes jaunes et violets présentent déjà ces ramifications étendues, le pigment rouge reste réduit à de beaucoup plus petites dimensions.

Après le groupe dont nous venons de parler et qui est le plus important, on en voit d'autres se montrer sur les appendices céphaliques et à l'origine des membres. Sur chacun des appendices céphaliques il en existe d'abord un près de la base, puis un autre plus loin, puis un troisième au voisinage de l'extrémité. Ces groupes apparus les uns après les autres ont des dimensions proportionnelles à leur âge. Plus anciens probablement sont deux autres groupes qui se montrent à l'origine des deux dernières paires de membres. De très-bonne heure ces derniers, comme les groupes céphaliques, envoient des prolongements considérables qui s'étendent dans le membre. Enfin d'autres groupes se montrent peu de temps après sur la ligne médiane, avoisinant le cordon nerveux, mais ils sont beaucoup plus petits.

Il ne paraît point y avoir de disposition constante des chromoblastes qui forment chaque groupe. La tache rouge que l'on aperçoit est toujours moindre que la tache jaune et la tache violette, mais elle est d'un coloris plus intense ; elle est quelquefois double. Elle est tantôt plus rapprochée de l'élément jaune et tantôt de l'élément violet; d'autres fois elle est en rapport seulement avec un de ces deux éléments. Quant aux chromoblastes jaunes et violets, ils sont toujours en contact l'un avec l'autre.

Pour démontrer la coexistence de ces trois éléments diversement pigmentés, nous avons employé une solution étendue d'acide chlorhydrique du commerce (une goutte pour 10 grammes). Nous y plongeons des œufs pendant 24 heures. Après ce temps, la

dissociation des éléments est complète et les couleurs ne sont nullement altérées. On retrouve le jaune, le violet et le rouge avec le ton qu'ils avaient sur le vivant (1).

Au moyen de ce réactif on peut en quelque sorte égrener l'animal entier en ses éléments constituants. Il est fréquent de retrouver dans ces sortes de préparations les trois éléments d'un même groupe ayant gardé à peu près leurs rapports normaux.

Ainsi qu'on peut s'en assurer tout d'abord, ces trois variétés de chromoblastes semblent appartenir à deux catégories d'éléments distinctes :

1° L'une comprenant les éléments à pigment rouge ;

2° L'autre comprenant les éléments à pigment jaune et violet.

Chromoblastes rouges. — L'apparition du pigment rouge dans les éléments qui le contiennent rappelle exactement ce qu'on observe chez le homard. Le pigment forme une tache généralement bien limitée; quelquefois le même élément en contient deux : elles sont alors généralement plus petites et plus pâles. Leur dimension moyenne est d'environ 4-5 μ. Le pigment rouge a d'abord une teinte moins franchement carminée que plus tard, et tirant légèrement sur le vermillon. Il se délimite parfaitement entre le noyau et le contour de l'élément.

Ce dernier a aussi des caractères bien définis, non qu'il se distingue d'autres éléments dépourvus de pigment, qu'on trouve avec lui dans la préparation; mais il diffère des éléments qui contiennent le pigment violet et jaune. Les cellules à pigment rouge sont fusiformes, composées d'une substance transparente, non granuleuse, avec un noyau très-nettement ovoïde, dont la longueur égale environ deux fois la largeur. Ce noyau est muni d'un nucléole; après l'action de l'acide chlorhydrique faible, il a des contours nets qui semblent parfois doublés; il n'offre point de granulations.

(1) On ne confondra pas ces éléments dont la nuance est d'ailleurs parfaitement reconnaissable, avec ceux qu'imprègne le pigment oculaire. Celui-ci réside dans des éléments qui ont déjà la forme pyramidale, et leur donne une couleur rousse ou terre de Sienne qu'il est impossible de confondre avec les tons francs des chromoblastes.

Chromoblastes jaunes et violets. — Les éléments qui renferment le pigment jaune et le pigment violet appartiennent à une même espèce, différente de l'espèce précédente. Ce sont des cellules beaucoup plus volumineuses, de forme irrégulière, avec des prolongements déjà bien accusés. Ces cellules sont transparentes, mais leur masse traitée par l'acide chlorhydrique faible est finement granuleuse. Leur noyau est gros, complétement sphérique, avec un et souvent deux nucléoles. Le diamètre de ces noyaux sphériques égale le grand diamètre des noyaux ovoïdes des chromoblastes rouges; il peut mesurer 10 μ; les nucléoles sont volumineux.

Le pigment jaune ou violet ne colore que faiblement la cellule, et parfois en partie seulement. Il forme alors au milieu d'elle une tache dont la délimitation n'est jamais aussi nette que pour le rouge.

Les faits que nous venons d'exposer, montrent que les trois variétés de chromoblastes rouges, jaunes et violets, forment, au moins à l'origine, deux variétés d'éléments qu'il est impossible de confondre et qui se distingent par des caractères nettement tranchés. Les uns, ceux du pigment rouge, offrent un noyau ovoïde dans un élément dont la configuration et la substance hyaline rappellent les éléments constitutifs du tissu conjonctif; les deux autres semblent appartenir à un groupe anatomique différent, à noyau volumineux, sphérique. Et cependant ces éléments vont bientôt, sinon dès cette époque, offrir ce caractère commun de présenter des mouvements sarcodiques : ceux-ci existeront toutefois dans les cellules jaunes et violettes avant de se montrer dans les rouges. Les premières offrent déjà des expansions considérables, alors que la cellule du rouge, toujours beaucoup plus petite, paraît à peine modifiée.

Il résulte de là que si tous ces éléments arrivés à l'état adulte méritent d'être confondus sous une seule dénomination, celle de chromoblastes par exemple, ils offrent néanmoins, à cette période de leur existence qui répond à l'apparition du pigment dans leur intérieur, une différence vraiment spécifique. En sorte que ce nom de *chromoblastes* employé à désigner des éléments doués de

propriétés communes (contractilité, pigmentation), n'implique en aucune manière l'identité, pendant tout le cours de leur existence, des éléments anxquels nous l'appliquons, remarque déjà faite pour les chromatophores.

L'ordre d'apparition des trois pigments est peut-être variable. Il nous a paru que le jaune se montrait le premier. Le rouge serait celui qui apparaîtrait le plus tard.

Le pigment jaune, à cette époque, résiste assez difficilement dans les préparations, même en employant le sucre pour conserver les éléments dissociés par l'acide chlorhydrique.

Le pigment violet est, comme nous l'avons dit, à l'état de granulations extrêmement fines, incluses dans une masse absolument hyaline et qu'on ne distingue souvent que grâce à leur présence. Il est facile, après que l'animal est sorti de l'œuf, de suivre, sur de minces ramifications des chromoblastes, les mouvements de ces granulations et même de mesurer directement la vitesse de leur déplacement. On peut les observer s'approchant ou s'éloignant les unes des autres, entraînées par la substance sarcodique absolument vitreuse.

Nerfs des chromoblastes. — Nous avons décrit ailleurs les rapports des nerfs et des chromoblastes dans la membrane des nageoires du turbot pendant le premier âge (1).

(1) *On the Connection between Nerves and Chromoblasts*, dans le *Month. Micr. Journal*, décembre 1871 : — M. Lyonel Beale dans un article, *On the Relation of Nerves to Pigment and others Cells or Elementary Parts*, du 6 décembre 1871 (*Ibid.*, février, 1872), publié comme une sorte de réponse aux faits exposés dans cette note, produit l'observation, à un grossissement considérable (2800 diamètres) d'un fragment de cellule pigmentaire du tissu conjonctif de la base du cœur de la rainette et des fibres nerveuses avoisinantes, entre lesquelles il ne voit pas de connexions. Ceci ne saurait infirmer ce que nous avons dit, et nous ne faisons nulle difficulté de reconnaître que beaucoup de chromoblastes et surtout ceux des parties profondes, ne reçoivent pas de fibrilles nerveuses ; nous avons seulement voulu montrer que dans certains cas la connexion anatomique existe, de même qu'elle existe au point de vue physiologique. M. Lyonel Beale conteste à un point de vue plus général la *continuité* des éléments nerveux et des éléments contractiles, et semble presque disposé à admettre avec le docteur Klein un réseau de fibrilles nerveuses à la surface du protoplasma (bioplasme) des corpuscules du tissu conjonctif de la cornée. Il faudrait s'entendre sur ce mot de *continuité* et savoir par exemple si la substance nerveuse est *continue*, dans les muscles avec la substance contractile : oui, puisqu'elle en est inséparable dans l'état actuel de nos

Influence de l'électricité ; mort des chromoblastes. — Les chromoblastes étant contractiles, sont éminemment aptes à offrir des modifications de forme sous l'influence de l'électricité. Toutefois comme ces éléments sont également, pour une certaine mesure, sous l'influence des nerfs, il est impossible dans l'état actuel de la science de déterminer la part exacte qui revient soit à ceux-ci, soit aux chromoblastes eux-mêmes quand ils changent de forme par l'action d'un courant.

Les expériences que nous avons faites pour modifier par l'électricité la coloration des poissons (1) en provoquant le retrait ou l'extension des chromoblastes, ne nous ont pas toujours donné des résultats bien nets. Tandis que dans certains cas l'action du courant électrique était évidente, dans d'autres elle ne s'est point montrée ; dans d'autres enfin, nous n'avons pu constater que des perturbations mal définies.

Une difficulté particulière de ces expériences, qu'il convient de signaler, est celle d'obtenir dans l'eau de mer la tétanisation des animaux. Nous avons dû parfois mettre ceux-ci, pour modifier les chromoblastes, dans l'eau douce ; et, comme l'approche de la mort, dans beaucoup de cas, amène le retrait de ces éléments, effet que semble donner aussi parfois l'électricité, nous n'avons pas toujours pu faire la part des deux influences. L'appareil dont nous nous sommes servi, était le petit appareil de Gaiffe. On négligera d'ailleurs dans les expériences relatées ci-dessous de signaler les effets de l'électricité autres que ceux ayant trait directement à la couleur.

1re *Expérience.* — Le 10 juin 1870, on me remet deux jeunes trigles

connaissances ; non, puisqu'il y a changement manifeste de constitution chimique. En parlant de la coutinuité des fibres nerveuses et des chromoblastes et sans dissimuler les difficultés particulières de cette étude, inhérentes à la présence du pigment, nous nous sommes borné, en dehors de toute visée théorique, à décrire certaines apparences qui nous ont frappé dans des tissus dont les éléments n'avaient subi aucun déplacement. Il nous a paru, il nous paraît encore qu'on voit à certaines places le filament nerveux s'enfoncer au milieu de la substance pigmentée et qu'on peut en quelque sorte prouver que celle-ci est en contact absolument intime avec la substance nerveuse puisqu'elle laisse sur elle, en se retirant, des granules de pigment.

(1) Il suffit de rappeler ici les expériences faites par M. Brücke, dans le même but, sur le caméléon, et par d'autres sur la grenouille. Quant à une modification par

longs de 35mm environ. Ils sont complétements noirs, d'un noir bleuâtre intense et opaque. Le premier est électrisé dans l'eau douce. La tétanisation se fait difficilement. Les rayons libres se rangent entre les deux nageoires; les ouïes, les mâchoires, se dilatent. En même temps l'animal entier se décolore. La disparition graduelle de la teinte noire rend apparentes les taches rouges qui sont sur la tête et le liséré bleu du bord des nageoires. Bientôt le corps entier est décoloré et piqueté seulement de points noirs presque imperceptibles, la décoloration des nageoires elles-mêmes commence. La mort semble prochaine.

Le second trigle exactement semblable au premier, et noir comme lui avant l'expérience, est placé dans l'eau douce. Après 3 minutes 1/2, le contact de celle-ci n'a produit aucun effet sensible sur la coloration de l'animal. Il est alors électrisé. J'arrête le courant aussitôt que les flancs, vers la queue, se tachent manifestement de blanc et deviennent irisés. L'animal est aussitôt placé dans de l'eau de mer, dans les meilleures conditions; il reste immobile; au bout de quelque temps le corps tout entier, à l'exception des nageoires, est devenu blanc. Les mâchoires qui étaient simplement entr'ouvertes pendant la tétanisation, sont complétement dilatées, comme si les effets de l'électricité se prolongeaient. Un peu plus tard il y a retour à la coloration noire: celle-ci s'accentue principalement en avant de l'insertion de la pectorale, vers l'insertion de la seconde dorsale de chaque côté et enfin au niveau des os labiaux. Le soir du même jour la mort devient imminente.

Quand on plonge de petits trigles de cette taille dans des liqueurs où ils doivent mourir, par exemple la liqueur de Müller, elle provoque, comme l'électricité, le retrait des chromoblastes, et au lieu d'une teinte noire généralisée, on n'a plus qu'un piqueté de gros points noirs sur la masse transparente du corps.

Une expérience faite sur de jeunes loches a donné des résultats à peu près semblables. La tétanisation a été pratiquée dans l'eau de mer; elle a, comme dans le cas précédent, amené la mort.

2e *Expérience*. — On place dans deux cuvettes de verre de petite dimension deux loches A et B ayant environ 6 à 7 centimètres de long. A offre une couleur uniforme, foncée, passant dans le voisinage de la tête au bleu noirâtre. B a une livrée très-apparente, quoique mal délimitée : ce sont des bandes alternativement noires et grises.

l'électricité de la couleur des ailes des papillons, il ne peut s'agir évidemment que d'une destruction de tissu. Cf. N. Wagner, *Influence de l'électricité sur la formation des pigments* (*Comptes rendus de l'Acad.*, 24 juillet 1865).

A est électrisé près d'une demi-heure. La roideur et l'immobilité ne sont pas complètes malgré l'intensité du courant. Les pectorales s'étendent jusqu'à se reployer en avant. Après une demi-heure le changement de coloration est manifeste, l'animal a pâli légèrement en arrière. En avant la livrée est peu définie mais cependant on la distingue, elle est pareille à celle de B.

On réunit les deux animaux; A meurt après deux ou trois heures.

Nous rapportons plus loin une expérience où deux *Gobius niger* var. longs de 5 centimètres environ, exactement de même nuance, sont placés séparément dans deux petites cuvettes de verre de même dimension. Un des animaux est électrisé et se trouve être, après 20 minutes, beaucoup plus jaune et plus pâle que l'autre. Nous avons été moins heureux avec d'autres espèces : Sur un jeune turbot long de 10 centimètres environ et de couleur gris de sable, l'électricité appliquée plusieurs minutes n'a paru produire aucun changement. Nous avons échoué de même avec de petites anguilles longues de 8 à 10 centimètres, avec une petite plie tétanisée comme les grondins dans l'eau douce, enfin avec de tout jeunes syngnathes longs de 4 centimètres et nés seulement depuis quelques jours.

Chez de jeunes blennies (longues de moins de 2 centimètres et bien transparentes), nous avons pu observer directement l'effet de l'électricité sur de grands chromoblastes qui existent au-dessus de la vessie natatoire et qui laissent tomber de chaque côté, sur ses parois, leurs prolongements comme des franges ou comme des coulées d'huile. Ces éléments paraissent particulièrement sensibles à l'électricité. Une série de secousses d'induction les fait se rétracter. Mais si, quand ils se sont ensuite dilatés, on applique de nouveau l'électricité, ils ne se rétractent plus. Le même fait s'est offert à nous chez les articulés.

L'action de l'électricité sur les chromoblastes de ces derniers animaux offre les mêmes irrégularités que chez les poissons. Chez des espèces où les chromoblastes sont pleins de granulations absolument noires, la faradisation pratiquée pendant le temps ordinairement suffisant n'a amené aucun changement de forme.

Sur de jeunes homards, ayant seulement subi la première mue,

la faradisation n'a pas produit non plus d'effets constants. Les individus en expériences mesuraient 10 millimètres de long (1). La coloration de l'animal à cette époque varie considérablement du vert au rouge et au bleu. La coloration bleuâtre est la moins fréquente et en général la moins accusée. L'animal ordinairement tient le milieu entre le vert et le rouge : la coloration totale résulte de la juxtaposition d'espaces colorés de l'une et de l'autre de ces nuances. Quand le rouge est peu abondant, on le trouve d'ordinaire à la queue, à la face inférieure de l'abdomen. Quelques individus sont entièrement d'un bleu pâle. D'autres au contraire sont tout entiers d'un rouge vif. Cette couleur rouge est due à des chromoblastes écarlates : quand ils sont étalés, l'animal est rouge; quand ils se rétractent, ils ne jouent plus que le rôle d'imperceptibles points noirs, qui aident encore, d'après un artifice connu des graveurs, à faire ressortir la nuance bleue ou verte des tissus ambiants. Voici quelques expériences tentées sur ces animaux :

3e *Expérience.* — Jeune homard offrant une prédominance marquée du rouge. Sous l'influence du courant d'induction, l'animal verdit. Il est alors placé dans une grande quantité d'eau de mer où la diminution du rouge paraît encore continuer quelque temps. — Moins de deux heures après, l'abdomen est redevenu complétement rouge et le dos seul offre quelques nuances vertes.

4e *Expérience.* — Individu complétement rouge, sans traces de nuance verte. On procède comme dans l'expérience précédente, lentement. Au bout d'un quart d'heure environ, l'animal a très-sensiblement pâli ; il a perdu sa nuance écarlate foncée, il est devenu clair et comme déteint. On le place alors dans une grande quantité d'eau. Après une heure environ il est redevenu plus foncé ; mais il est mourant.

5e *Expérience.* — Une expérience est disposée pour suivre les modifications de forme d'un chromoblaste. L'électrisation est pratiquée sous le microscope. Un chromoblaste rouge, peu rameux, est choisi. Pour éviter toute erreur, on en détermine la place exacte dans l'appendice de la deuxième patte. Le chromoblaste peu à peu laisse voir ses ramifications diminuer, il devient une masse irrégulière formée par la juxta-

(1) A cet âge la station normale pour le homard est de rester étendu au fond de l'eau sur le dos. Il nage au contraire le dos en l'air et pour se placer au repos il culbuté en avant sur son rostre que les grosses pinces encore peu développées dépassent à peine : il heurte le sol avec l'extrémité du rostre, et le mouvement de translation imprimé à tout son corps le fait basculer.

position de prolongements obtus. La tétanisation est continuée pour faire arriver l'élément jusqu'à la forme sphérique. Mais bientôt la rétraction, loin de persister, fait place à une expansion rapide, plus rapide peut-être que n'avait été la rétraction d'abord observée. Le courant renforcé n'arrête pas cette expansion, tandis que le vaisseau dorsal cesse de battre et que l'animal meurt.

Cette expansion des chromoblastes au moment de la mort des jeunes homards semble souvent la règle. On l'observe même dans des membres séparés du tronc, où certains éléments paraissent déjà morts. Il est probable que la vie persiste relativement longtemps dans les chromoblastes.

L'observation suivante est très-semblable aux précédentes. On y voit l'électricité, après avoir provoqué manifestement la rétraction, ne plus continuer à la provoquer, pendant que la mort ne tarde pas à survenir.

6° *Expérience.* — (21 juillet 1870). Un petit homard entre rouge et vert, placé sous le microscope, est soumis à l'électrisation. La rétraction des chromoblastes est manifeste après quelque temps, elle est complète dans les deux palpes. L'animal est alors abandonné à lui-même et la plupart des chromoblastes se dilatent de nouveau. Une nouvelle électrisation très-prolongée ne donne plus rien. Au contraire, tous les chromoblastes du corps se mettent à se dilater considérablement (sans doute par l'approche de la mort).

7° *Expérience.* — Une autre expérience est encore faite sur deux œufs contenant des embryons de homard à peu près également rouges. Ces œufs sont placés dans une même quantité d'eau de mer. L'un est soumis à l'électrisation ; après onze minutes il est d'un rouge intense, l'autre d'un rose pâle à peine marqué.

On vient de voir chez le homard les chromoblastes rouges se dilater à l'approche de la mort de l'animal. Le phénomène n'est probablement pas constant. En tout cas, il est fréquent d'observer l'inverse sur les chromoblastes noirs des poissons. Chez beaucoup d'espèces de cette classe d'animaux, en effet, l'état morbide grave s'annonce tantôt par une décoloration ou pâleur généralisée, tantôt par la production de larges taches livides. Nous avons à maintes reprises vérifié ce phénomène sur les torpilles, les raies, les mulets, le turbot, etc...

Chez ce dernier animal ces marbrures dues à une inégale dilatation des chromoblastes sont comme estompées, les espaces clairs et foncés se fondant les uns dans les autres. Chez la sole il se forme au contraire des zones claires et noires nettement délimitées et toujours de grande dimension ; elles sont irrégulières sans jamais présenter un bord indécis ; elles couvrent quelquefois toute une extrémité du corps (1).

Cette perturbation fonctionnelle peut être rendue sensible avant l'instant où elle se serait spontanément produite par l'approche de la mort. Certains turbots changent de couleur, comme le caméléon (voy. le mémoire de Brücke), quand on les tourmente : or, si l'on irrite un turbot auquel on vient de pratiquer une opération grave, on n'observe plus le même changement de coloration uniforme qu'à l'état sain ; il se couvre de marbrures comparables à celles de l'agonie.

Nous avons encore pu constater la lividité morbide des poissons sur de tout jeunes syngnathes sortis depuis quelques jours de la poche incubatrice et longs tout au plus, de 4 centimètres. Au moment de la parturition ils sont entièrement noirs, puis on voit se dessiner sur la région dorsale de minces raies blanches comme autant de segments d'anneaux.

1° Un des animaux en observation montre, par son allure, qu'il est déjà malade. Il est entièrement pâle et transparent, de couleur jaunâtre. L'observation microscopique prouve que les chromoblastes n'ont conservé leur forme étoilée qu'à la région ventrale, en arrière du rectum.

2° Le second est à peu près régulièrement partagé en deux. Toute la moitié antérieure du corps est foncée, opaque, tandis que la pâleur a déjà envahi la queue.

3° Sur le troisième la queue présente seulement des cercles pâles. On distingue en outre d'autres taches blanches sur les flancs, entre la dorsale et le milieu de l'espace qui la sépare de la tête.

Par les exemples qui précèdent aussi bien que par tous ceux que nous avons pu observer sur d'autres espèces, principale-

(1) Ces observations ont été faites aux mois de janvier et de février 1872, sur le marché de Concarneau.

ment dans le tout jeune âge, on voit combien il est difficile de préciser la relation exacte qui existe entre la mort de l'individu et celle des chromoblastes. On conçoit les divergences des physiologistes sur ce point. Tantôt la mort semble avoir pour effet ultime d'amener la rétraction des chromoblastes, et d'autres fois leur état d'expansion, sans qu'on sache la raison de ces différences.

III. — CHROMATOPHORES DES CÉPHALOPODES.

Un fait important d'anatomie générale sur lequel il ne paraît pas qu'on ait insisté, est celui-ci : que certains éléments anatomiques, bien reconnaissables comme tels, se transforment, par suite des progrès du développement, en véritables organes. Chez les larves de cirripèdes, par exemple, l'œil médian primitif est formé de *deux* cellules légèrement pigmentées. Dans le cours des métamorphoses ultérieures ces deux cellules, en se séparant, deviennent chacune un œil, c'est-à-dire un organe complexe.

Quelque chose d'analogue se passe pour les chromatophores des céphalopodes. Il semble que ces appareils méritent plutôt chez l'adulte le nom d'organes que celui d'éléments, et cependant ce sont à l'origine de simples chromoblastes analogues à ceux qu'on trouve chez les mollusques et dans les autres classes d'animaux. Puis, après s'être montrés tels dans le premier âge, ils offrent ensuite un développement extraordinaire, ils fonctionnent par un mécanisme supérieur à celui des manifestations habituelles de la substance sarcodique ; grâce à eux, le céphalopode n'offre plus ces lents changements de coloris des autres animaux, il se modifie instantanément, il revêt coup sur coup les livrées les plus diverses ; la *fonction chromatique* est poussée chez lui à une sorte de paroxysme. Et il n'est pas hors de propos de remarquer ici que ces animaux sont en même temps ceux chez lesquels l'appareil de la vue offre le poids le plus considérable rapporté au poids total du corps.

Les chromatophores des céphalopodes se montrent tout d'abord sous la forme de cellules étoilées, légèrement pigmentées en rose, et munies, dans leur centre, d'un noyau incolore. A cette époque,

nous n'avons point constaté de mouvement dans ces cellules. Au moment où elles se montrent chez l'embryon de calmar, le pigment oculaire est déjà apparu depuis longtemps.

Les premières se développent sur le manteau vers le milieu de la nuque. Le pigment rosé qui remplit la cellule paraît en partie grenu et en partie dissous. Plus tard, le pigment rosé fait place à un autre, brunâtre, et qui est alors grenu. Chez la *Sepia*, au moment de l'éclosion, les éléments contractiles sont les uns gros et déjà bruns, les autres plus petits et rosés, à peu près également entremêlés.

Chez le calmar les chromatophores, encore à l'état de chromoblastes, sont situés dans l'espace lacunaire qui existe au-dessous de la couche la plus superficielle de la peau. Ils sont appliqués contre la paroi profonde, envoyant de rares prolongements verticaux à la paroi externe, comme on peut s'en assurer sur des coupes convenablement faites (pl. I, fig. 2).

Un peu plus tard, l'élément vu par la surface de la peau, apparaît comme une masse arrondie, envoyant tout autour d'elle un grand nombre de rayons ou des prolongements extrêmement fins (pl. I, fig. 3 et 4). On peut s'assurer sur le profil que la partie pigmentée est ovoïde, à peu près globuleuse, et qu'elle occupe toute la largeur de la lacune sous-dermique. Enfin sur les chromatophores qui ont atteint tout leur développement, ces fibres paraissent moins nombreuses, mais elles sont nettement distinctes et l'on peut facilement les étudier.

Le centre du chromatophore est composé d'une substance très-probablement *élastique* et non contractile. C'est elle qui renferme le pigment granuleux, brun. Toutefois, à sa superficie, une mince couche n'en contient point ou n'en contient que quelques grains. Ces granulations, quand l'élément est tiraillé par les fibres attachées à sa périphérie, de manière à figurer une plaque polygonale, forment une sorte de couche intermédiaire aux deux faces. Cette couche, par suite de la présence même des granulations, est beaucoup plus friable : aussi le chromatophore, sous l'influence des réactifs, se partage-t-il souvent en deux lames séparées par un espace plus ou moins grand. Cet effet de prépara-

tion se présente même avec l'acide osmique. Les granulations, toujours très-fines, restent dans l'espace central, tantôt réunies en un point et tantôt formant des traînées irrégulières.

De la périphérie de la partie centrale élastique du chromatophore naissent des filaments plus ou moins longs, qui s'entrecroisent plus ou moins avec ceux des chromatophores voisins. Ils offrent à leur point d'attache avec la masse centrale une sorte d'épanouissement et, d'autre part, une dilatation conique à l'extrémité insérée à l'une ou l'autre face de l'espace lacunaire (pl. I, fig. 5).

On croit parfois découvrir que chacun de ces filaments est formé d'un faisceau de fibrilles extrêmement déliées. Ils paraissent aussi parfois irrégulièrement striés à leur surface. A l'endroit où ces filaments se détachent du centre pigmenté, ils présentent des noyaux disposés irrégulièrement autour de celui-ci, sans correspondre directement à chaque fibre. Ces noyaux sont ronds, très-différents de ceux des fibres musculaires, qui sont ovoïdes, très-allongés, mesurant au moins, suivant leur grand axe, quatre fois le diamètre des noyaux sphériques du chromatophore. On arrive facilement à isoler les chromatophores avec une partie de leurs filaments contractiles, par la macération prolongée jusqu'à trois jours dans l'acide chlorhydrique faible (pl. I, fig. 6).

Les effets bien connus de l'électricité sur les chromatophores montrent que ces fibres insérées au loin sont le véritable élément contractile, et que celles-ci forment un système moteur en antagonisme avec un autre système représenté par la partie centrale de l'élément, soit qu'on regarde celle-ci comme contractile soit qu'on la considère, ainsi que nous le faisons, comme simplement élastique.

IV. — PIGMENTS DIFFUS.

On a vu que les pigments contenus dans les chromoblastes, auxquels on peut joindre ici les chromatophores, offraient *en général* et à de rares exceptions près (comme chez le crangon), des nuances appartenant à la moitié la moins réfrangible du

spectre, le jaune, l'orangé, le rouge. Ces pigments forment un groupe naturel correspondant à la série xanthique (1) des botanistes. On peut imaginer de même une série *cyanique*, mais il est remarquable que ces colorations, appartenant à la moitié la plus réfrangible du spectre, reconnaissent une origine différente. Elles ne sont plus dues, en général, à des pigments localisés dans des chromoblastes.

Ces colorations, au moins chez les animaux où nous les avons étudiées, ont donc une histoire physique et anatomique absolument différente de celle des pigments dont nous nous sommes occupé jusqu'ici. Tantôt ces colorations sont dues à de véritables teintures qui imprègnent plusieurs systèmes d'organes, et tantôt à des propriétés optiques spéciales offertes par certains tissus.

Au premier rang de ces *teintures* généralisées, il faut placer la coloration bleue permanente ou transitoire qu'on peut observer sur les crustacés au voisinage des chromoblastes rouges. Nous l'avons décrite ailleurs (2) et nous aurons l'occasion d'y revenir à propos des changements de couleur des palémons.

Il convient sans doute de rattacher au même groupe la matière colorante bleuâtre ou verte qui imprègne les muscles et les viscères de certains poissons. Un des plus remarquables sous ce rapport est sans contredit la scorpène (*Cottus scorpio*), chez laquelle la nuance des organes profonds est au moins aussi accusée que celle du squelette de l'*Esox Belone*, tout en étant plus générale. L'intensité toutefois varie selon les individus. Ceux où nous avons trouvé cette coloration le plus marquée avaient été pêchés à la drague devant Concarneau, vers le 20 janvier. Ces indications de provenance sont toujours nécessaires dans les études de coloris des animaux ; les poissons des côtes rocheuses, abritées de grandes algues, offrent toujours des nuances plus vives que ceux des

(1) C'est à cette série qu'appartiennent en grande majorité les gouttes colorées de la rétine des oiseaux (pigeons, perruches, etc.), dont la nuance varie le plus souvent du rouge à l'orangé et au jaune. On n'en trouve que quelques-unes passant légèrement au vert, et point de bleues (Voy. Max Schultze, *Zur Anat. u. Phys. der Retina*, dans *Arch. für mik. Anat.*, 1866).

(2) Voy. ci-dessus, mai-juin 1873, *Recherches anatomiques sur la colorion bleue des crustacés*.

mers à fond plat, vaseux ou sablonneux comme la Manche. Les scorpènes dont nous parlons ont la peau en dessus d'un brun rouge foncé, et en dessous, d'une belle couleur jaune mordorée avec taches bleuâtres. Les nageoires abdominales et la région avoisinant la gorge sont également bleuâtres. Tout l'intérieur de la cavité buccale est d'un bleu verdâtre très-intense qui rappelle celui de l'*E. Belone*. Enfin on peut s'assurer que *tous* les organes, os, muscles, etc.... (excepté ceux que nous signalons plus loin) et la plupart des humeurs présentent la même nuance. L'estomac en particulier est d'un beau vert, la vésicule biliaire est pleine d'un liquide bleuâtre transparent; les vaisseaux biliaires du foie offrent la même teinte légèrement bleuâtre. Seuls les cæcums sont jaunes ainsi que la partie du tube digestif qui vient immédiatement après eux; le foie a aussi sa coloration habituelle. Le liquide abdominal, qui est abondant, a une couleur bleue manifeste : recueilli immédiatement dans un tube bouché à la lampe, il conserve plusieurs mois sa nuance. S'il est mélangé d'une faible proportion de glycérine et qu'on le laisse à l'air, on y voit apparaître des bactéries, des faisceaux d'aiguilles cristallines, il s'y forme un précipité blanc, mais la couleur primitive n'est pas altérée. — On sait que la teinte verte de l'*E. Belone* résiste à la cuisson; elle se conserve pendant deux et trois ans au contact de la glycérine; celle-ci paraît même, au début, la rendre plus intense.

Chez l'*Esox Belone* cette coloration occupe non pas un système anatomique spécial, mais bien toute une région du corps : elle imprégne en réalité la plupart des organes situés vers la face dorsale de l'animal : les os sont d'autant plus verts qu'ils avoisinent le dos. Il y a donc harmonie entre la coloration du squelette et celle du tégument, dont la région supérieure seule est colorée. Cette coloration par imprégnation s'étend même à la substance des muscles, vers la tête.

Les os du crâne et le maxillaire supérieur sont vivement colorés, tandis que le dentaire supérieur est à peine teinté. L'appareil maxillo-palatin est également teinté en vert, tandis que la mâchoire inférieure offre à peine trace de coloration. La scléro-

tique osseuse n'est pas colorée, non plus que l'appareil operculaire. Aux vertèbres, l'arc et l'épine supérieurs sont d'un vert franc qui diminue déjà à la partie supérieure du corps de la vertèbre et disparaît entièrement à mesure qu'on se rapproche de l'épine inférieure. Celle-ci est absolument incolore.

Les pièces qui supportent les rayons de la dorsale sont d'un vert franc, et les rayons verts également à leur origine. Les pièces qui supportent la nageoire pectorale sont seulement colorées à l'origine des premiers rayons comme ces rayons eux-mêmes.

Les pièces du bassin sont à peine imprégnées d'une légère coloration verdâtre.

Les pièces de support aussi bien que les rayons de la nageoire anale sont incolores, sauf une teinte très-légère au point où chaque rayon s'articule avec la pièce qui lui correspond.

A la queue, les apophyses transverses, les arcs supérieurs, les pièces terminales du rachis, sont verts, les deux hypuraux incolores. Les rayons sont colorés vers leur origine, mais de moins en moins, à mesure qu'ils deviennent plus inférieurs. Cette coloration s'éteint assez vite vers le point où commence le sectionnement transversal des rayons.

V. — CÉRULESCENCE — IRIDOCYTES.

Les colorations dont il nous reste à parler ont une cause entièrement différente de celles qui nous ont occupé jusqu'ici. Ces couleurs, en effet, ne sont pas extractives, isolables par l'analyse immédiate, ce ne sont pas des pigments. Ce ne sont pas d'autre part, des couleurs d'absorption. Elles résultent de propriétés physiques spéciales inhérentes à certains éléments et à certains tissus animaux, ou même seulement de l'état de surface et des dimensions des corps qui en sont doués. Nous n'avons pas plus l'intention de passer en revue l'histoire complète de ces colorations que celle des pigments. Nous nous bornerons à signaler des faits qui nous ont paru jusqu'à ce jour interprétés d'une manière inexacte ou incomplète, particulièrement en ce qui touche les poissons, les batraciens et les reptiles.

Parmi ces couleurs d'origine exclusivement physique, il en est une remarquable entre toutes par sa fréquence chez l'homme et chez une foule d'animaux, et qui semble cependant n'avoir que peu frappé l'attention des anatomistes jusqu'à ce jour. Nous voulons parler de la couleur bleue qu'offrent l'iris chez certaines personnes, les veines vues à travers la peau, les cartilages mis à nu, les ongles après la mort, les tatouages faits à l'encre de Chine, etc.; et chez les animaux, le museau du mandril, la peau du scrotum de certaines espèces de singes, les places dénudées du cou de beaucoup d'oiseaux, etc. (1).

M. Brücke, dans son mémoire sur le caméléon, remarque avec raison que l'examen microscopique d'un iris bleu offre simplement un tissu transparent reposant sur une couche pigmentaire, et il admet que ce tissu transparent, comme une foule de corps, jouit de la propriété de laisser passer les radiations d'une grande longueur d'onde en même temps qu'il réfléchit les radiations de plus courte longueur d'onde (2). Est-ce là l'origine réelle du phénomène? ou bien se rapproche-t-il davantage des faits dits de fluorescence, et doit-on l'expliquer comme ceux-ci par les radiations obscures ultra-violettes réfléchies, ralenties et devenues visibles? Nous ne faisons qu'indiquer ce point sans toucher une question pour l'étude de laquelle il fallait un matériel expérimental dont nous ne disposions pas.

Quoi qu'il en soit, il reste acquis que dans l'application l'illustre physiologiste de Vienne a très-bien pressenti dès 1852 le rôle de la propriété physique qui nous occupe, dans la belle teinte verte qu'offrent beaucoup de reptiles et de batraciens, sans indiquer toutefois, à l'époque déjà reculée où il faisait ses recherches, le siége anatomique exact des parties offrant cette propriété. Ceci explique peut-être qu'il n'ait pas été suivi dans la voie qu'il indiquait si bien, et que tous ceux qui se sont occupés après lui de la coloration des mêmes animaux (Hering, Goltz, Bedriaga, etc.) n'aient invoqué que des phénomènes d'interférence auxquels

(1) Voyez *Comptes rendus de la Société de biologie* du 17 janvier 1874. — *Journal de l'anatomie*, année 1874, p. 428.
(2) Brücke, *Untersuch, u. s. w.*, p. 199.

M. Brücke fait jouer un rôle trop général, spécialement en ce qui touche le caméléon. M. Brücke ne signale que comme en passant l'espèce de fluorescence dont nous venons de parler, tandis qu'il revient à plusieurs reprises et toujours avec insistance sur les nuances des anneaux de Newton pour produire les colorations des batraciens, des reptiles et surtout du caméléon.

Nous avons proposé, en raison même de la fréquence de cette coloration bleue dans les tissus animaux et en raison de son indépendance de toute structure anatomique définie, d'appliquer aux tissus et aux éléments qui la possèdent l'épithète de *cérulescents*. Nous la désignons elle-même sous le nom de *cérulescence*. Elle rappelle beaucoup par ses effets la coloration épipolique d'une solution de sulfate de quinine (1), et mieux encore celle de l'huile de pétrole. Comme cette dernière en effet les parties cérulescentes animales ont à la lumière transmise à peu près constamment, sinon toujours, une coloration jaune nettement appréciable au microscope, même avec de forts grossissements. Si on les observe au contraire à la lumière incidente en ayant soin de les placer sur un fond absorbant les radiations lumineuses qu'elles laissent passer et n'en émettant pas lui-même, elles prennent aussitôt une coloration bleue très-intense. Ce mécanisme explique comment les veines pleines de sang *brun rouge* sont bleues vues à travers la peau, parce que leurs parois d'une part, le derme de l'autre, sont cérulescents. De même la rouille, dont la couleur appartient aussi à la gamme du *rouge*, et l'encre de Chine franchement *noire*, déposées sous le derme, donnent des cicatrices et des tatouages dont la nuance bleue est identique, parce que celle-ci est purement épipolique et ne dépend pas de la couleur de la substance qui absorbe les radiations au-dessous du derme.

Il ne saurait entrer dans notre plan d'énumérer ici les différents tissus animaux qui jouissent de cette propriété. On la retrouve dans le règne végétal chez certaines algues. Un autre exemple très-

(1) Cette apparence est, au reste, générale pour toutes les substances fluorescentes et le bleu qu'elles émettent est partout sensiblement identique. Cf. H. Morton, *Observations on the Color of Fluorescent Solutions* (*The Amer. Journal*, sept. 1871).

net est celui des expansions que le contact de l'humidité développe immédiatement à la surface des graines de basilic (*Ocymum basilicum*). Nulle part la propriété dont nous parlons n'est plus manifeste, s'appliquant ici à une substance hyaline et absolument incolore comme une solution de sulfate de quinine. Parmi les matières animales amorphes qui sont cérulescentes, on peut citer la substance fondamentale du cartilage.

Dans d'autres cas très-nombreux les parties cérulescentes offrent une structure qui peut intervenir de son côté pour produire un phénomène physique nouveau, tel que celui des réseaux ou des lames minces, lequel s'ajoute au premier et le complique. Le tissu fibreux de la sclérotique est cérulescent comme la paroi des veines, de là la couleur bleue de la sclérotique chez les personnes très-brunes dont les cellules pigmentaires de la *Lamina fusca* s'avancent loin en dehors : dans le tapis des ruminants cette cérulescence du tissu sclérotical est modifiée et comme dominée par un phénomène de réseaux dû à la structure fibreuse du tissu.

Chez les poissons, les reptiles et les batraciens, les apparences des lames minces intervenant de même et se combinant à la cérulescence, rendent parfois très-difficile la part à faire à chacun des deux ordres de phénomènes dans la sensation qui en résulte. Il peut arriver que la coloration bleue subsiste ou bien qu'elle disparaisse pour faire place à des tons exactement métalliques, comme le *doré* de l'œil des crapauds.

Le meilleur exemple que l'on puisse signaler de lames minces réunies en masses cérulescentes, est la brillante livrée des épinoches mâles pendant la saison des amours. L'animal est rouge par places; cette couleur est due à des chromoblastes. D'autres régions de son corps sont d'un bleu éclatant, en particulier l'iris. L'examen anatomique montre que cette membrane est composée d'une couche cérulescente recouvrant une nappe de pigment brun foncé, et que cette couche cérulescente, épaisse de 15 à 20 μ, est formée de lames minces analogues à celles de l'argenture, appliquées les unes contre les autres (1).

(1) Voyez *Comptes rendus de la Société de biologie* du 11 juillet 1874.

Les mêmes lames minces, étalées à plat au lieu d'être disposées de champ comme chez l'Épinoche, donnent l'argenture brillante si connue des poissons; les mêmes lames, confusément répandues dans un tissu, agissent à la manière des corps transparents réduits en poudre fine et produisent une sorte d'argenture mate complétement opaque.

Chez les mollusques, on trouve des éléments à structure lamelleuse qui donnent une irisation comparable à celle de l'opale. La sèche en offre un exemple.

Chez les poissons, la même structure lamelleuse se retrouve également dans des corps particuliers qui donnent le plus souvent une belle coloration bleue tantôt mate et tantôt à reflet brillant. Malgré cela il nous paraît bien difficile d'attribuer à de simples phénomènes d'interférence cette coloration bleue très-pure, très-intense, très-homogène parfois que produisent ces corps. Si, en effet, les phénomènes d'interférence étaient seuls en jeu il semblerait qu'on dût obtenir nécessairement une certaine variété. M. Brücke assigne lui-même aux colorations qu'il veut expliquer de la sorte la riche variété de nuances du troisième système d'anneaux, s'étendant du violet au rouge (1). Au lieu de cela, en réalité, c'est le bleu qui reparaît toujours avec une fréquence que l'on peut apprécier en se rappelant que ce bleu est la base de la couleur verte qu'offrent un si grand nombre de reptiles.

Sans prétendre à éclaircir ces délicates questions de physique anatomique, nous dirons qu'en ce qui touche les reptiles, les batraciens et les poissons les divers phénomènes optiques en question, nous ont paru devoir être rapportés tous ou à peu près tous à une propriété générale (la cérulescence) et à des variétés de disposition d'une même substance organique, celle-là même qui forme les lamelles de l'argenture des poissons déjà si bien étudiée par Réaumur.

Cette substance, dans les nombreuses variétés morphologiques qu'elle offre, paraît être toujours d'origine cellulaire, soit que les

(1) M. Jamin les énumère ainsi : pourpre, bleu, vert, jaune et rouge.

cellules où elle s'est d'abord formée continuent de la contenir ou qu'elles disparaissent.

Ces cellules ont reçu en Allemagne différents noms, *Interferenzzellen* (Brücke, Witty), *Glanzzellen* (1). Le dernier est préférable parce qu'il spécifie moins l'essence du phénomène. Le nom français de *cellules chatoyantes* y répond assez bien. Pour la clarté et la brièveté des descriptions on peut adopter le nom d'*iridocytes*.

Les iridocytes, dans ce cas, seront définis : « Des cellules appartenant à la famille des éléments du tissu lamineux et dans le corps desquelles apparaissent des parties solides plus ou moins analogues aux lames minces de l'argenture des poissons et produisant tantôt une irisation véritable avec ou sans reflets métalliques, tantôt une coloration bleue uniforme. » Aussi désignerons nous indifféremment ces productions cellulaires par les noms de corps *irisants* ou *cérulescents*, selon leurs propriétés optiques dominantes.

On trouve des éléments de ce genre chez les vertébrés appartenant aux classes des reptiles, des batraciens et des poissons (2); on en voit également chez les mollusques céphalopodes et les acéphales. Au lieu d'essayer d'en donner une description générale complète, nous passerons successivement en revue un certain nombre des animaux où on les rencontre, en notant pour chaque cas particulier l'aspect spécial de ces éléments et le rôle qu'ils jouent.

Mollusques acéphales. — Les *Venus* offrent des teintes irisées très-nettes dans le voisinage des siphons, à la face interne du manteau et sur un mince repli de celui-ci, étalé d'une branchie à l'autre. Ces nuances d'opale sont dues à des iridocytes placés au-dessous de la couche superficielle du tégument, sur un seul rang. Quand on les examine normalement à la surface, ils paraissent sphériques et larges de 9-12 μ, mais leur forme est en réalité

(1) Voy. *Müller's Archiv*, 1854, p. 44, 247, 265.

(2) Il est toutefois probable que les cellules décrites par Max Schultze à la surface du tapis des carnassiers, appartiennent à la même famille d'éléments et sont de véritables *iridocytes*.

ovoïde et leur grand axe mesure 15-20 μ. Vus par l'extrémité de celui-ci, ils offrent, à la lumière transmise, les colorations les plus variées ; observés perpendiculairement à cet axe, ils sont incolores. Ils paraissent formés d'une substance hyaline, brillante, fortement réfringente, surtout lorsqu'on les regarde par l'extrémité du grand axe (pl. I, fig. 1 A).

Quand on comprime ces corps, ils deviennent granuleux et dans certains cas se partagent en disques superposés, d'une épaisseur de 1 1/2 à 2 μ environ. Ce sectionnement ne se fait pas régulièrement, et n'isole pas, sauf peut-être dans des cas très-rares, les disques les uns des autres. Ceux-ci rappellent un peu par leur aspect ceux que l'on obtient en faisant convenablement macérer les segments externes des bâtonnets de la grenouille. Toutefois ils ne noircissent pas par l'acide osmique comme ces derniers qui ne présentent pas non plus d'ailleurs les mêmes propriétés optiques ; sur les préparations qui ont macéré plusieurs jours dans l'acide osmique faible, on retrouve les iridocytes de la *Venus* se détachant avec un reflet verdâtre sur le fond noir du tissu.

La glycérine, l'acide acétique, la soude, altèrent ces éléments. La glycérine les gonfle légèrement et abolit leurs propriétés analysantes ; après vingt-quatre heures, elle les dissocie en disques minces et irréguliers. L'acide acétique après vingt-quatre heures abolit en partie leurs propriétés optiques, et amène en même temps un commencement de clivage. La soude les altère ainsi que le tissu environnant, et leur donne l'apparence de vésicules claires, à contours nettement accusés. La liqueur de Müller ne les modifie point.

Enfin le chlorure d'or décèle dans ces éléments la présence d'un noyau. Des fragments du tissu irisé, après avoir été traités par le réactif, sont mis à macérer pendant plusieurs jours dans l'eau. Les iridocytes n'ont pas pris de teinte violette, mais ils ont perdu leur propriété analysante; ils se laissent alors très-facilement dissocier et leur clivage est très-net. Mais de plus, on distingue à une des extrémités de l'élément une masse de substance granuleuse avec un petit noyau rond de 4-5 μ. Il a un contour irrégulier et présente trois ou quatre granulations fines très-foncées.

Quand on recherche à quelle extrémité de l'iridocyte est placé ce noyau, on voit qu'il est superficiel par rapport au centre de l'élément, c'est-à-dire voisin de l'épithélium pavimenteux qui recouvre la région (pl. I, fig. 1 B).

Céphalopodes. — Quand les chromatophores de la sèche sont en état de rétraction, toute la surface du manteau de l'animal apparaît comme irisée. Cet aspect est dû à la présence d'éléments anatomiques spéciaux, découverts par M. Brücke et auxquels il assigna le nom d'*Interferenzzellen*. Ce sont des cellules qui paraissent offrir avec les iridocytes de la *Venus* de grandes analogies, à cette différence près toutefois que le noyau est central et que les lamelles environnent celui-ci de toutes parts, en sorte que de tous côtés on retrouve l'aspect irisé. A la lumière transmise, dans le champ du microscope, ces éléments apparaissent avec les couleurs variées des anneaux de Newton.

Turbots. — Il existe chez le turbot, sous la peau et dans les parties profondes, des iridocytes d'une espèce particulière et qu'on retrouve d'ailleurs avec les mêmes caractères chez une foule de poissons, chez les batraciens et jusque chez les reptiles. Ces iridocytes ne donnent ni couleurs chatoyantes, ni coloration bleue; mêlés chez le turbot en proportion variable à des chromoblastes bruns, oranges ou jaunes, ils donnent la nuance grise propre à ces animaux quand les cellules mélaniques sont rétractées. Ces iridocytes ont une figure polygonale assez régulière à un petit nombre de côtés; leur diamètre est de 15-20 μ environ. Examinés à la lumière transmise avec un faible grossissement ils présentent les nuances variées habituelles. Avec un plus fort grossissement on découvre que cette propriété appartient à des corps particuliers, oblongs, mesurant 1 sur 2 μ environ, paraissant quelquefois renflés à leurs extrémités, placés les uns contre les autres et affectant par groupes une disposition parallèle dans l'intérieur de la cellule. L'individualité de l'élément tout entier est attestée d'autre part par la présence d'un petit noyau sphérique ayant 4-5 μ, qui, alors qu'il n'est pas masqué par les corps irisants, figure une perforation dans la substance de l'élément (pl. I, fig. 7).

Ces iridocytes sont disposés au-dessous du derme du turbot sur

un seul rang, mêlés à des chromoblastes noirs et jaunes ou oranges. Même alors qu'ils sont le plus abondants, ils ne sont jamais rapprochés jusqu'à se toucher, et gardent entre eux une distance à peu près égale à la moitié de leur diamètre. Quand on cherche à déterminer leurs rapports de situation avec les chromoblastes, on voit qu'ils sont superficiels par rapport à ceux-ci.

Sur les nageoires ils sont moins rapprochés qu'à la peau du tronc. Tantôt ils sont disposés en files de trois, cinq au plus, sans qu'on découvre la cause de cet alignement dans le trajet d'un vaisseau ou d'un nerf voisin. Vers l'extrémité des rayons ils redeviennent plus abondants, mais présentent là aussi une modification nouvelle. Leur forme polygonale fait place à une figure étoilée : la cellule présente de larges prolongements en contact avec les prolongements d'autres cellules voisines, de manière à dessiner ainsi un réseau d'autant plus accentué qu'on approche davantage du bord libre de la nageoire (pl. I, fig. 8).

Nous sommes donc ramené à envisager les iridocytes sous la forme qui leur paraît la plus ordinaire, celle d'éléments ramifiés, dont la parenté avec les éléments du tissu conjonctif devient évidente. D'autre part leur ressemblance avec certaines formes de chromoblastes n'est pas moins frappante. C'est ainsi qu'on trouve chez l'hippocampe des iridocytes encore plus dénués de brillant que ceux de la peau du turbot, qui constituent les points blancs dont toute la surface de l'animal est parsemée. La bordure jaune de la nageoire chez cet animal est due à des chromoblastes jaunes ; la teinte foncée du reste du corps a des chromoblastes noirs, de petite dimension, peu ramifiés ; au niveau des taches blanches on ne découvre que des iridocytes extrêmement rameux, dont les prolongements s'entrecroisent de manière à former un amas à la fois compacte et parfaitement limité.

On peut observer, chez certaines espèces, des chromoblastes à pigment brun et des iridocytes rapprochés au point de paraître ne former qu'un seul élément, comme si les granulations mélaniques, d'une part et les corps irisants de l'autre étaient des dépendances d'un seul et même corps cellulaire. Mais ce sont là de simples apparences ou tout au plus un nouvel exemple de gémination

cellulaire comme celui que nous avons signalé chez le crangon pour les chromoblastes jaunes et violets. Il est fréquent de trouver des iridocytes et des chromoblastes ainsi rapprochés jusqu'à paraître se confondre, sur les nageoires abdominales de la scorpène.

Labrus. — Dans la variété de Labre bleue (lapis) et rouge (vermillon), connue sous le nom vulgaire de *vieille* (*L. bergylta*), la limite d'une couleur à l'autre est nettement tranchée. Le tégument est d'ailleurs d'une étude très-facile, même sur les individus mesurant 15 centimètres de long. Dès qu'on l'a dépouillé de l'épithélium par une macération convenable dans l'acide chlorhydrique étendu, il est d'une grande transparence. En disposant ensuite une préparation qui porte sur les deux couleurs, on peut aussitôt se rendre compte des modifications qui les provoquent.

Dans la portion, vermillon les chromoblastes sont rouges : l'effet de coloris est direct et ne mérite aucune observation particulière. Dans la portion bleue les chromoblastes sont bruns ou noirs, assez rares, finement ramifiés. Au-dessus d'eux, immédiatement en contact avec la couche superficielle du derme, ou derme proprement dit, on voit s'étendre une couche d'iridocytes rameux, espacés, pleins de corps irisants sphériques mesurant 2 μ environ. Ces corps, jaunes quand on les observe à la lumière transmise, paraissent agir surtout en raison de leur propriété cérulescente : étalés sur la couche de pigment sous-jacente ils donnent l'impression du bleu (pl. II, fig. 1).

Vive. — La vive (*Trachynus draco*) porte sur le flanc de longues bandes d'un bleu violacé brillant assez analogue à celui des élytres de l'*Hoplia cœrulea*. La même nuance est encore plus accusée sur la mâchoire presque tout entière. Quand on examine celle-ci de près (nous supposons l'épithélium enlevé par l'acide chlorhydrique), on aperçoit d'espace en espace de petits points brillant d'un vif éclat argenté sur le fond qui est d'un ton bleuâtre extrêmement doux. On découvre tout d'abord par le microscope que chacun de ces points éclatants répond à un grand chromoblaste noir, mais celui-ci ne peut pas évidemment engendrer la coloration qui nous occupe.

Chez la vive, comme chez le labre, la coloration violette géné-

rale est due à la présence d'iridocytes de forme irrégulière, polygonale, en rapports mutuels par de larges contacts, formant au-dessous du derme une couche continue. Les corps irisants qui remplissent ces cellules sont extrêmement petits, mais ils ont toujours les mêmes caractères : ils sont jaunes par transparence ; ils ne prennent point le carmin ; les acides énergiques les font immédiatement disparaître; la soude, même en solution faible, à 1/100, les détruit également; de même le sulfate de soude; la macération dans l'eau les désagrége.

Au niveau des grands chromoblastes noirs qui répondent à chaque point brillant, on trouve un iridocyte modifié, ou plutôt (la structure cellulaire n'est pas reconnaissable ici) un amas de *corps irisants* serrés les uns contre les autres. Ils sont ovoïdes ou irrégulièrement polyédriques, à contours fortement accentués et mesurent 1 sur 1 1/2 μ. Ces amas sont circulaires. On peut voir à différentes places des groupes pareils non accompagnés de chromoblastes, et réciproquement des chromoblastes isolés, mais c'est toujours leur union qui forme les points brillants sur la mâchoire du poisson (pl. II, fig. 2).

Grondin. — La teinte bleue mate du bord des nageoires du grondin est beaucoup plus foncée que les précédentes. C'est une nuance différente, un bleu plus pur. Nous parlons des animaux sortant de la mer et non vivant depuis quelque temps dans les aquariums où ces teintes, soit du grondin, soit du labre, deviennent à la longue plus pâles et prennent la nuance cendrée qu'elles ont toujours quand l'animal vit sur un fond sablonneux comme celui de la Manche. Le mécanisme de cette coloration bleue est encore ici le même que dans les exemples précédents. Elle est due à la présence de corps cérulescents disposés sur un fond absorbant pour la lumière. Seulement ici les éléments anatomiques sont extrêmement rapprochés et presque confondus les uns avec les autres, en sorte que l'analyse histologique devient beaucoup plus difficile. Quand on examine les préparations normalement à la surface de la peau, on voit que les chromoblastes sont petits, à larges prolongements bientôt rencontrés par les prolongements des cellules voisines, ne laissant entre eux

que d'étroits espaces transparents. Presque tous ces chromoblastes sont noirs, avec quelques rouges.

Les coupes renseignent davantage; on voit d'abord que la couche bleue est toute superficielle, qu'au-dessous d'elle s'étend un tissu blanchâtre opaque, ne devenant même que difficilement transparent par l'action de la glycérine. Vers la face inférieure le tissu de la nageoire prend l'aspect ordinaire du tissu lamineux.

Étudiées de plus près, ces couches offrent la structure suivante :

La couche bleue est formée de corps cérulescents et de chromoblastes noirs. Les corps cérulescents sont plus petits que chez le labre, ovoïdes ou doublement renflés aux extrémités, mesurant 1 1/3 μ sur une largeur moitié moindre. Ils s'entremêlent aux prolongements supérieurs des chromoblastes noirs. On ne peut pas distinguer si ces corps sont ou non contenus dans des cellules spéciales. Les chromoblastes sont en couche dense immédiatement au-dessous d'eux. Quand on parvient cependant, par une macération convenable, à séparer les deux couches, la première apparaît jaune à la lumière transmise, et bleue à la lumière réfléchie quand le fond est absorbant.

La couche de chromoblastes présente inférieurement une limite assez bien accusée par une mince zone de tissu lamineux où l'on voit des vaisseaux. Au-dessous de cette dernière, moins bien délimitée d'autre part, on trouve une couche opaque d'iridocytes mêlés seulement à un petit nombre de chromoblastes rouges. Ces iridocytes ne sont pas disposés ici en un seul rang, mais confusément groupés sur une certaine épaisseur. Ces éléments, même après un contact de vingt-quatre heures dans la glycérine, restent opaques, gardant la même teinte grise que nous avons signalée déjà chez le turbot. C'est cette couche qui donne à la face inférieure de la nageoire du grondin son aspect. On peut artificiellement la détacher tant de la couche à chromoblastes noirs qui est au-dessus d'elle, que du tissu lamineux qui la limite en dessous, la séparant du derme proprement dit qui porte l'épithélium inférieur de la nageoire.

Gobius niger. — Nous avons eu l'occasion, au mois de janvier 1872, d'observer un *G. niger* dont la seconde dorsale offrait une

belle tache ocellée, bordée de noir, avec le centre d'un bleu pur. Cette tache nous a présenté, comme on s'y pouvait attendre, des corps cérulescents accompagnés de chromoblastes bruns ; on remarquait quelques chromoblastes rouges (1).

La peau des gobies offre sur toute son étendue des iridocytes assez semblables à ceux du turbot. A mesure qu'on se rapprochait de la tache ocellée, il semblait que les corps *irisants*, confusément répandus dans les cellules environnantes, prissent une disposition plus régulière. Au niveau même de la tache on trouve sur l'une et l'autre face de la nageoire une couche épaisse de corps *cérulescents*, pressés les uns contre les autres sans qu'il soit aisé de déterminer s'ils sont ou non répartis dans des cellules. Ces corps sont ovoïdes, ils ont des dimensions considérables, mesurant environ 2-2 μ de large sur 4 1/2 μ de long. Ils offrent à la lumière transmise les colorations brillantes des lames minces. Nous avons noté le rouge, le jaune, le violet. Leur aspect dans ces conditions rappelle celui des iridocytes de la Vénus quoiqu'ils soient beaucoup plus petits.

Ces corps forment deux couches de chaque côté de la nageoire. Entre elles est une couche unique de chromoblastes noirs. Le mécanisme de la coloration bleue se retrouve donc ici toujours le même.

Une autre variété de *G. niger* s'est encore offerte à nous, non plus avec une tache ocellée, mais avec la seconde dorsale bordée d'une frange bleu pâle un peu verdâtre et comme déteinte : en arrière seulement cette frange devenait plus foncée et d'un bleu aussi franc que chez le grondin. La structure est d'ailleurs la même que celle de la tache ocellée ; en arrière, où le bleu est plus pur, on constate que les chromoblastes noirs sont plus abon-

(1) Nous avons rencontré chez d'autres individus les traces d'une tache pareille, mais qui ne devenait visible que quand une couche de chromoblastes superficiels par rapport à elle était en état de contraction. Si l'on se rappelle que les corps cérulescents, qui jouent ici le rôle important, ne diffèrent pas essentiellement, c'est-à-dire ne diffèrent que par leur dimension des productions ordinairement contenues dans les iridocytes, et peuvent être en conséquence regardés comme un stade d'évolution plus avancé de celles-là, on concevra que chez les animaux qui présentent habituellement des iridocytes, on puisse trouver accidentellement des taches bleues : il n'y aurait rien de surprenant qu'on pêchât quelque jour un turbot ou une sole offrant une semblable tache.

dants. Ils disparaissent au contraire vers le bord de la nageoire, en même temps que les corps cérulescents deviennent plus rares; aussi la teinte bleue a disparu à ce niveau. On constate de plus que ces corps cérulescents ne sont pas épars dans le tissu sous-dermique, mais réunis par petits groupes de formes diverses et irrégulières dont la disposition rappelle complétement les contours des iridocytes remplis de corps irisants du bord de la nageoire des très-jeunes turbots. Il est donc hors de doute que ces gros corps cérulescents des gobies procèdent d'éléments analogues, avec cette différence qu'ici les produits de formation, au lieu de s'accumuler entre le noyau et la paroi comme dans les autres iridocytes, prennent un développement plus grand qui a pour phénomène corrélatif l'atrophie du noyau et des parois de la cellule. Tel est du moins ce qui semble résulter des faits qui précèdent, à défaut de recherches directes et suivies sur l'embryogénie de ces éléments.

Callionyme lyre. — La partie de la peau qué nous avons étudiée sur cette espèce (*C. lyra*) est celle de l'extrémité de la seconde dorsale sillonnée de bandes alternativement jaunes et bleues. Les bords de ces dernières, par lesquels elles confinent aux bandes jaunes, ne sont pas nettement tranchés, mais la couleur bleue prend peu à peu vers le milieu de la bande une intensité qui ne le cède ni à la coloration du grondin, ni à celle de la tache ocellée des gobies.

La région jaune est d'un ton franc, intense. En regardant avec une loupe on aperçoit sur ce jaune un fin sablé noir dû à des amas de cellules pigmentées dans l'épithélium, comme ceux que nous avons signalés déjà chez le grondin, et qui contribuent certainement à rendre le ton plus vif. Au microscope le tissu se montre rempli de pigment jaune sans qu'on distingue les éléments où il est distribué. On aperçoit aussi des iridocytes irréguliers, petits, espacés, et plus superficiellement des chromoblastes noirs à pigment grenu.

Dans la partie bleue, on trouve de part et d'autre de la nageoire, au-dessous du derme, une couche de corps cérulescents. Elle est toutefois moins épaisse que dans la tache bleue des gobies,

mais ils ont des dimensions plus considérables. Ils ne paraissent pas contenus dans des cellules. Ils sont rapprochés les uns des autres sans se comprimer mutuellement, ovoïdes, un peu irréguliers, et mesurent environ 3 μ sur 5 μ ; c'est, on le voit, la plus grande dimension que nous ayons observée. Ils offrent par transparence une coloration jaune très-nette. La liqueur de Müller n'altère point leurs propriétés optiques par transparence, qui se montrent avec un grand éclat, quand on les observe dans l'eau. La glycérine leur fait perdre en partie ces propriétés, mais on retrouve dans les préparations quelques-uns de ces corps complétement dissociés et réduits en piles de lamelles rapprochées comme des pièces de monnaie. Chaque corps cérulescent est donc ici formé de lames, et parfois on peut en voir une isolée, se présentant de champ et oscillant d'un mouvement brownien très-prononcé (pl. II, fig. 4, A et B).

Ainsi qu'on le voit, nous avons, en trouvant des corps irisants de plus en plus gros chez le labre, le grondin, le gobius, et enfin le callionyme, décrit une sorte de cycle qui nous ramène à une structure rappelant directement ce qu'on observe dans les corps irisants de la Vénus, quoique l'effet chromatique, en raison de propriétés physiques différentes, ne soit plus le même, donnant dans un cas des nuances irisées et dans l'autre une belle coloration bleue.

Il ne nous paraît pas probable que cette dernière doive être rattachée au phénomène des anneaux colorés de Newton ; elle ne saurait s'expliquer d'autre part par le phénomène des réseaux, ainsi qu'on l'a fait pour le violet métallique des plumes des oiseaux ou des ailes des papillons. Cette coloration bleue par cérulescence ne se manifeste pas seulement sous certains azimuths comme celle des papillons, elle est égale sous toutes les incidences. Nous ajouterons à ce que nous avons dit qu'elle persiste à la lumière artificielle de l'huile, et à la lumière du magnésium (comme au reste la coloration des *Morpho*) ; elle disparaît à la lumière monochromatique jaune. L'observation microscopique des corps irisants à travers un prisme de Nichol ne nous a donné aucun résultat, et un examen sommaire fait avec un prisme de verre n'a pas laissé

supposer que la spectroscopie puisse nous éclairer davantage.

Nous regardons, disons-nous, cette coloration bleue comme due à un phénomène analogue à celui de la fluorescence. Ceci explique certaines particularités qu'elle offre. Ainsi son intensité dépendra de l'énergie avec laquelle la lumière sera absorbée par les chromoblastes qu'on trouve toujours au-dessous des corps cérulescents. Il suit de là que la coloration bleue pourra être modifiée *indirectement* par les conditions de milieu qui provoqueront la dilatation ou le retrait des chromoblastes. Et comme la nourriture, la captivité, indépendamment des actions que nous avons signalées plus haut, influe sur eux, les circonstances les plus diverses pourront donc modifier la coloration bleue elle-même. Il peut arriver également que les corps cérulescents, au lieu d'être superficiels, soient séparés du derme par des chromoblastes : quand ceux-ci se dilatent, ils cachent la nuance bleue, qui reparaît dès qu'ils se contractent, comme nous l'avons observé sur la nageoire de jeunes grondins et sur la tache ocellée des gobies.

Couleur verte et dorée *des batraciens.* — La coloration verte qu'on trouve si fréquemment chez les batraciens et les reptiles, résulte de l'impression complexe produite sur la rétine par un pigment jaune extractif et une couche cérulescente reposant sur un fond de pigment noir. Le jaune et le bleu, quoique dérivant de propriétés physiques différentes des substances en présence, se combinent pour donner à la rétine l'impression de la couleur résultante, c'est-à-dire le vert.

Le pigment jaune est contenu dans des chromoblastes, il paraît généralement de nature huileuse et forme souvent des gouttes qui peuvent être très-grosses, dans le champ de la préparation; on les trouve après le traitement du tissu par l'iodsérum, par l'acide acétique ou l'acide chlorhydrique dilués. Ce pigment est soluble dans l'alcool, dans l'éther, surtout dans le mélange de ces deux liquides auquel il communique sa couleur. Les cellules qui le contiennent sont très-difficiles à observer isolément, au moins chez l'animal adulte.

Dès qu'il a disparu, la cérulescence demeure seule; les parties

vertes de l'animal apparaissent en bleu. Nous avons montré (1) que si alors on colore ce tissu en jaune, par l'acide picrique par exemple, on se retrouve sensiblement dans les conditions premières et l'on restaure la coloration verte initiale.

Le pigment jaune peut disparaître sur l'animal vivant, et alors sa peau devient bleue. Ce phénomène s'observe fréquemment chez la rainette. M. le professeur Vulpian voulut bien nous faire remettre un jour des grenouilles conservées depuis un certain temps dans un bassin à l'École pratique de Paris et qui étaient également devenues bleues (2). Je pus constater chez elles une disparition presque complète du pigment jaune.

A ces chromoblastes jaunes sont mêlés des iridocytes. Ceux-ci produisent tantôt la cérulescence d'où résulte la coloration verte et tantôt le *doré*, c'est-à-dire un reflet métallique absolument comparable à celui qu'on obtient en frottant de l'or métallique sur la pierre de touche. Dans l'un ou l'autre cas ces cellules offrent *à la lumière transmise* des caractères optiques différents qui permettent de distinguer même avec cet éclairage les places cérulescentes, des parties dorées de la peau.

Au point de vue morphologique, les caractères des iridocytes sont les mêmes dans les deux cas. Ce sont des cellules tantôt rameuses et d'autre fois ramassées sur elles-mêmes, presque sphériques. On distingue au milieu d'elles, sur les préparations ayant longtemps séjourné dans la glycérine, un noyau ovoïde. Mais le plus souvent celui-ci est invisible. Autour du noyau, l'élément est rempli de *corps irisants* sphériques relativement petits puisqu'ils mesurent à peine plus de 1 μ; ils sont rapprochés les uns des autres (3).

(1) *Soc. de biologie*, 20 juillet 1873.

(2) En cherchant à rassortir dans le monde minéral la nuance de ces grenouilles, on trouvait qu'elle se rapprochait sensiblement de celle des turquoises dites calaïtes, ou de celle de la nikelaire ou annabergite (arséniate de soude) ; tandis que la nuance verte commune des grenouilles peut être assez exactement comparée à la couleur franchement verte du nikel hydrocarboné.

(3) C'est M. Brücke qui a reconnu le premier que le contenu de ces cellules n'était point un pigment. Comp. Harless, *Einige physiologische über die Chromatophoren des Frosches* (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, 1854.)

Tout démontre que ces corps irisants, malgré leur forme sphérique, ont une structure lamelleuse; mais il est difficile de fixer l'épaisseur de lames, laquelle paraît d'ailleurs variable. Il est vraisemblable que ces lames se rapprochent par leur nature et leurs réactions des lames cristallines qui constituent l'argenture. Comme ces dernières, elles résistent aux acides minéraux faibles, mieux que les éléments figurés du tissu conjonctif. Elles disparaissent dans l'acide acétique non dilué et dans la soude. Elles ne prennent pas le carmin. Elles ne sont pas sensiblement modifiées par la dessiccation. Un fragment de peau de grenouille, dépouillé de son pigment jaune, étalé et desséché sur une plaque de verre, reste cérulescent. Au contraire, après une action prolongée de l'alcool et de l'éther, les corps cérulescents paraissent perdre leurs propriétés optiques et ne les retrouvent plus, même si on les laisse macérer vingt-quatre heures dans l'eau.

Parfois, en observant à la lumière réfléchie une préparation faite avec ces iridocytes convenablement macérés, on voit à certaines places, sur le fond noir, de très-petits points brillants scintiller, qui ne sont autres que les lamelles en question animées d'un mouvement brownien qui change incessamment l'incidence de leurs faces par rapport à l'axe du microscope.

Quant l'iridocyte est cérulescent, les corps irisants de la cellule sont toujours jaunes par transparence, ils ont d'autres nuances sur les places à reflet d'or. Le *doré* qu'on remarque fréquemment chez les batraciens n'offre en effet aucun élément anatomique nouveau, les iridocytes y présentent seulement des propriétés nouvelles. Il n'a d'ailleurs rien de commun avec le *mordoré* de beaucoup de poissons, autrefois étudié par Réaumur et qui est dû à la combinaison de chromoblastes à couleurs franches avec des lamelles d'argenture, comme cela se voit facilement sur la carpe et sur le cyprin de la Chine.

Nous avons trouvé le *doré* abondant sur les pattes antérieures des grenouilles bleues dont nous avons parlé plus haut. Il se rencontre chez toutes les grenouilles, au niveau des lignes, de grosses glandes qui sillonnent le dos et enfin sur la membrane du tympan. Celle-ci est un excellent objet d'étude. Constamment

ces diverses régions offrent des iridocytes en tout semblables à ceux des parties vertes, à cette différence près, que les corps irisants qu'ils contiennent cessent de se manifester par leur cérulescence. Les cellules sont tantôt rameuses, à fins prolongements mêlés à ceux des chromoblastes noirs, tantôt elles sont irrégulièrement polyédriques. Elles peuvent être rapprochées ou écartées les unes des autres, ou même complétement isolées comme à la paupière, en dehors de son bord brillant, constitué anatomiquement comme le reste de la peau.

A la lumière transmise, les corps irisants qui répondent au *doré* se reconnaissent aussitôt dans le champ du microscope. Ils ne sont plus simplement jaunes comme ceux des parties cérulescentes, ils offrent des nuances variées avoisinant les deux extrémités du spectre : rouge, bleu, violet, pourpre. Nous avons cru remarquer que le bleu et le violet se montraient surtout dans les points où les corps irisants paraissent entassés sur une épaisseur notable, et le rouge au contraire quand les corps irisants semblent étalés en couche unique sur le bord extrême des cellules, etc... Nous aurons à noter plus loin, à propos du lézard vert, une apparence inverse. Souvent chez les batraciens on peut observer le rouge sur le bord d'une cellule dont le centre, au voisinage du noyau, est bleu ou tirant au vert, car il semble qu'on trouve aussi, quoique exceptionnellement, des iridocytes qui offrent à la lumière transmise une coloration verte.

Nous signalerons ce fait assez général, que les iridocytes paraissant rouges à la lumière transmise, donnent le reflet métallique doré; ceux qui sont bleus ou violets à la lumière transmise, offrent très-souvent par eux-mêmes, et en dehors de toute combinaison de pigment, un reflet nettement vert.

A la lumière polarisée les couleurs par transmission des iridocytes s'éteignent quand les nichols sont croisés; on ne voit plus que quelques points brillants, généralement sur le bord des cellules tenant sans doute à l'orientation spéciale de certaines lamelles composantes des corps irisants. Un phénomène analogue s'observe sur les corps irisants plus gros des poissons. Nous l'avons noté chez le labre. Ces corps en général restent obscurs

entre les nichols croisés, tandis que dès qu'ils sont réduits en lames on voit aussitôt quelques-unes d'entre elles s'illuminer et offrir alors les nuances rouges, verdâtres, jaunes, etc...

Toutes ces colorations que prennent à la lumière transmise les iridocytes ne varient point d'ailleurs, quelle que soit l'incidence du miroir éclairant. Elles ne perdent presque rien de leur intensité quand on augmente les grossissements (1). Enfin la glycérine paraît en général les aviver (2).

Lézard vert. — La coloration du lézard vert est, comme celle des rainettes et des grenouilles, la combinaison d'un jaune dû à un pigment et d'un bleu produit par cérulescence. La disposition anatomique est d'ailleurs facile à observer.

Nous noterons en passant la présence de petits chromoblastes noirs dans les couches profondes de l'épiderme.

Au-dessous du derme on trouve d'abord une couche épaisse de pigment jaune contenu évidemment dans des cellules, mais il est difficile de les observer isolément, de même que celles des grenouilles. Quand ce pigment a disparu, soit qu'on l'ait enlevé au moyen de l'alcool et de l'éther, soit qu'on ait détruit les cellules qui le contiennent par une macération prolongée dans l'acide acétique faible (3 pour 100), toutes les parties vertes de la peau de l'animal deviennent bleues. Il est peu probable que ces cellules chargées de pigment jaune soient douées de mouvevements sarcodiques.

Au-dessous de cette première couche de chromoblastes se trouvent des iridocytes disposés en nappes ou en groupes ayant une grande épaisseur. On en rencontre surtout des amas considérables à l'extrémité des tubercules de la peau. Ces iridocytes offrent un aspect très-différent de ceux des grenonilles. Ils ont le

(1) Contrairement aux colorations bien connues offertes par les diatomées, qui disparaissent dès qu'on cesse de se servir de lentilles faibles.

(2) Nous relevons dans nos notes l'observation suivante : Un tympan de grenouille bleue avait été mis macérer dans l'iodsérum. A la lumière incidente, dans le champ du microscope, il se pique de points jaunes sur fond noir, changeants avec l'azimuth. En substituant la glycérine à l'iodsérum, et sans que rien autre chose soit modifié aux conditions d'observation, ces piqûres deviennent vert bleuâtre : le changement a eu lieu instantanément.

plus souvent une forme rameuse. On n'y distingue point de noyau, au moins chez l'adulte.

Tout l'élément paraît constitué d'une substance homogène, relativement plus dense que les tissus environnants, fortement réfringente, formant une masse mamelonnée avec des prolongements toujours arrondis.

Cette substance a tous les mêmes caractères que celle des corps cérulescents qui remplissent les iridocytes des grenouilles et des rainettes. Elle est fortement cérulescente. Quand on l'observe à la lumière transmise, elle est jaune ou rouge. Elle n'offre pas d'autres couleurs de diffraction. Contrairement à la remarque faite plus haut pour les iridocytes de la grenouille, la coloration rouge paraît se montrer seulement dans les endroits où la substance présente une certaine épaisseur. Le centre des plus grosses masses que l'on puisse observer est toujours rouge, tandis que leurs bords et toutes les petites masses sont constamment jaunes.

On étudiera bien ces corps en dissociant la partie superficielle du derme, séparée de l'épaisse aponévrose sous-cutanée, sur des fragments de peau ayant séjourné plusieurs jours dans l'acide acétique faible.

On peut aussi, quand on emploie de forts grossissements, constater que ces masses de substance cérulescente laissent voir la trace de lignes parallèles écartées de 1 à 1 1/2 μ environ, et qui semblent indiquer une structure lamelleuse. Mais nous n'avons pu parvenir jusqu'ici par aucun procédé à dissocier nettement cette substance en lames isolées, comme les corps cérulescents des poissons.

Au-dessous de ces iridocytes disposés en couche ou en amas considérables, s'étend une nappe de chromoblastes noirs qui forment le fond absorbant grâce auquel les iridocytes émettent des radiations bleues. Les prolongements de ces cellules peuvent pénétrer plus ou moins au milieu des iridocytes placés au-dessus d'elles et modifier en conséquence plus ou moins le coloris de l'animal, par un mécanisme analogue à celui que nous allons décrire chez le caméléon.

Mécanisme des changements de couleur du caméléon (1). — Nous n'insisterons pas ici sur les divergences qui nous séparent de M. Brücke. Celui-ci, dans son mémoire sur le caméléon, remarquable à tant de titres, attribue un rôle spécial à des *cellules interférentes* qu'il décrit comme occupant la région profonde de l'épiderme. Les cellules auxquelles il fait allusion sont en réalité situées au-dessous du derme et la description de M. Brücke doit s'appliquer à la couche d'iridocytes dont il sera parlé plus loin.

La constitution anatomique de la peau du caméléon se rapproche beaucoup de celle du lézard, qui n'en est en quelque sorte qu'une expression plus simple. Nous en voulons donner seulement ici une description générale; elle offre en effet par places des variétés dont il serait important de tenir compte dans une étude complète, parce que de ces variétés dépend celle des nuances que l'on peut observer sur chaque point de la peau pris isolément, et qui diffèrent parfois beaucoup, précisément en raison de ces différences anatomiques.

Une coupe totale du tégument de caméléon présente de dehors en dedans :

1° L'épiderme, composé de deux couches, l'une cornée, l'autre formée de cellules polyédriques. Ces cellules ne jouent aucun rôle direct dans la coloration de l'animal; tout au plus peuvent-elles l'influencer par leur coloration grisâtre quand la couche cornée devient épaisse et va tomber. De même, il est possible que la couche cornée neuve, immédiatement après la mue, produise un phénomène d'irisation analogue à celui qu'on observe sur la peau de certains serpents dans les mêmes circonstances;

2° Le derme proprement dit, très-mince, comme chez la plupart des reptiles, des poissons et des batraciens;

3° Une couche de chromoblastes jaunes et d'iridocytes. Cette

(1) Voyez : *Note sur le mécanisme des changements de coloration chez les caméléons* (*Compt. rend. de la Soc. de biol.* 24 janvier 1875.) Les animaux qui ont servi à nos recherches nous avaient été adressés d'Afrique par M. le docteur Fée, médecin major à Biskra.

couche est la plus importante; c'est elle dont les caractères physiques, en partie méconnus, n'ont point permis jusqu'à ce jour de donner une théorie complétement exacte des changements de couleur de l'animal. Cette couche mesure 30 à 50 μ environ de diamètre.

a. Les chromoblastes jaunes paraissent semblables à ceux des batraciens. Le pigment peut être extrait de même; il est soluble dans un mélange d'alcool et d'éther. Il se présente en gouttelettes dans la plupart des préparations macérées, mais on ne peut pas toujours se rendre aisément compte du siége précis qu'occupent les cellules qui le contiennent. Si, après avoir fait tomber l'épiderme et éclairci le tissu au moyen de la soude, on observe normalement à sa surface l'extrémité d'un gros tubercule enlevée avec le rasoir, on découvre ce pigment en forme de grains jaunes, larges de plus de 2 1/2 μ, dont la distribution indique la place des cellules qui les contenaient, et montre que le corps de celles-ci détruit par le réactif devait s'étaler à la face profonde du derme proprement dit.

L'abondance de ces chromoblastes jaunes varie selon les individus et selon les places de la peau. Nous les avons vus, sur nos préparations, distants l'un de l'autre de leur propre diamètre environ. Parfois la distribution des grains jaunes laisse deviner l'emplacement d'un noyau. Il est possible que ces chromoblastes soient contractiles : la difficulté de les observer sur le vivant ne permet point de l'affirmer, mais on pourrait évidemment déduire l'existence de leurs mouvements des apparences successives que présente un même tubercule : si par exemple, ainsi qu'a cru le remarquer M. Bert (1), le même tubercule pouvait passer du *jaune* vrai au blanc mat, il faudrait admettre dans ce cas que les chromoblastes jaunes, d'abord étalés, se sont ensuite rétractés de manière à cesser de faire sur la rétine, grâce à leur diamètre moindre, une impression sensible ; et que par conséquent ils jouissent de mouvements sarcodiques.

b. Les iridocytes examinés normalement à la surface de la peau

(1) Notes communiquées.

dessinent un réseau qui semble formé de gros grains cérulescents juxtaposés. Les mailles de ce réseau sont dues à la présence de colonnes de matière amorphe hyaline, qui s'étendent du derme proprement dit aux couches sous-dermiques plus profondes. Sur le profil, les iridocytes tassés et enchevêtrés entre ces colonnes semblent former eux-mêmes des colonnes séparées par des espaces clairs répondant à ces tractus de substance amorphe. Soit qu'on regarde ce réseau normalement à la surface du derme, soit qu'on l'observe sur des coupes perpendiculaires à celle-ci, on ne distingue point les cellules les uns des autres, et c'est seulement par analogie que nous en indiquons l'existence; on ne voit qu'un lacis ou des colonnes formés en apparence de corps ovoïdes, entassés les uns contre les autres et qui offrent d'ailleurs exactement les mêmes caractères physiques que les iridocytes décrits chez les lacertiens.

La couche entière sera donc jaune par ses chromoblastes et par ses iridocytes si au-dessous d'elle existe un fond clair ; elle sera verte par la combinaison du jaune et du bleu si le fond est absorbant.

On constate aisément les caractères physiques de cette couche en observant au microscope une coupe mince de peau de caméléon, à la lumière incidente, avec un faible grossissement. On voit dans ce cas l'épiderme et la couche profonde de l'aponévrose sous-dermique prendre une coloration brune due à leur demi-transparence sur fond noir. La couche cérulescente que nous décrivons en ce moment est d'un beau bleu si le pigment jaune a été enlevé; enfin, au-dessous d'elle, la zone avoisinant l'aponévrose sous-dermique est d'un beau blanc mat argenté, par suite d'une structure que nous allons indiquer.

4° Nous désignons cette région sous le nom d'*écran*, en raison du rôle même qu'elle joue dans la fonction chromatique. Toutefois les particularités anatomiques qui la distinguent ne sont pas propres au caméléon ; cette couche offre seulement chez lui des rapports spéciaux avec les chromoblastes noirs.

On retrouve cette couche à la face interne de la peau des grenouilles avec le même aspect. Le tissu est absolument opaque,

analogue en cela à la couche profonde de la nageoire du grondin et à l'argenture mate d'un grand nombre de poissons (taches blanches des yeux du callionyme, points blancs des hippocampes, etc...). Il est constitué de même par des particules extrêmement petites, ressemblant aux lames de l'argenture polie, mais confusément disposées dans des cellules et agissant par réfraction multiple (pigment blanc de M. Milne Edward). Les cellules qui contiennent cette poussière blanche sont elles-mêmes enclavées dans la trame d'un tissu lamineux dense dépendant de l'aponévrose sous-dermique. On retrouve dans la peau du chabot de rivière (*Cottus bubalis*) une disposition identique, avec cette différence que les cellules pleines de ces particules incolores sont beaucoup plus rares. On en distingue çà et là d'isolées, comme cela arrive d'ailleurs aussi sur certains points de la peau du caméléon, en particulier au niveau des sillons qui séparent les tubercules. On voit alors ces éléments, dessinés par leur contenu même, présenter les formes les plus irrégulières, s'enfonçant en lames minces entre les faisceaux fibreux au milieu desquels ils sont placées, se moulant dans les seuls espaces libres qu'ils trouvent autour d'eux (1).

Dans la profondeur de l'écran sont logés des chromoblastes de deux espèces. Les uns, grands, chargés de pigment mélanique grenu ordinaire ; les autres, petits, plus voisins de la surface et chargés d'un pigment coloré dans la gamme du rouge.

Les chromoblastes noirs sont à la limite profonde de l'écran. On les y trouve espacés en général d'une fois et demi à deux fois leur diamètre. Ils ont un volume considérable avec un noyau ovoïde gros en proportion. Ces chromoblastes, aussi bien que ceux de la seconde espèce qui les accompagnent, offrent cette particularité de ne pas étendre, comme c'est le cas ordinaire, indifféremment leurs prolongements dans toutes les directions autour d'eux, bien que les tissus ambiants soient sans doute également péné-

(1) Le nom de cellules *plates* assigné parfois aux éléments anatomiques ainsi gênés dans leur évolution régulière, ne désigne en réalité qu'une condition d'existence et nullement une qualité spécifique des cellules auxquelles on a cru devoir appliquer cette dénomination.

trables à la substance sarcodique. Tous les prolongements, quand ils s'étalent, marchent vers le derme à travers l'écran et la couche cérulescente, se divisant de plus en plus et formant une élégante arborisation. Cette particularité avait été au reste bien vue par M. Brücke.

Quand on cherche à se rendre compte, sur des coupes parallèles à la surface de la peau, de la place où se logent ces prolongements sarcodiques, on voit qu'ils avoisinent en général les cloisons du réseau que forment les iridocytes et qu'ils ne pénètrent point ordinairement dans les colonnes de matière amorphe que nous avons signalées plus haut et qui dessinent à travers la couche cérulescente autant d'orifices clairs.

Il n'est pas nécessaire de supposer des canaux spéciaux où s'étendent ces prolongements. Leur état d'activité suffit à expliquer qu'ils pénètrent les substances passives environnantes; de même qu'on voit, dans la queue des batraciens vivants et en particulier des jeunes axolotls, les cellules migratrices se frayer un passage à travers la matière amorphe dense qui separe les éléments du tissu conjonctif (1).

La seconde espèce de chromoblastes que nous avons signalée est d'une étude plus difficile. On ne les distingue pas nettement, même sur les coupes éclaircies par la créosote, et pour les bien voir il faut recourir à une réaction spéciale. Quand on fait agir la soude sur des lambeaux de peau préalablement traités par un acide faible, on reconnaît immédiatement les chromoblastes dont nous parlons : ils présentent une couleur rouge ou rosée plus ou moins accusée, laquelle tend à se répandre par imprégnation dans les parties environnantes.

Il est assez difficile de dire quelle est exactement, pendant la vie, la couleur de ces chromoblastes toujours cachés dans l'écran. Ce sont eux évidemment qui expliquent certains tons de la peau du caméléon où il entre du rouge, en particulier au niveau des taches latérales du tronc. Sur le reste du corps ces chromoblastes paraissent plus rares. Ils ne peuvent en tous cas jouer un rôle

(1) La cohésion de cette matière amorphe en dehors même de ses caractères chimiques, suffit à écarter l'idée de tout rapprochement entre elle et la lymphe.

dominant dans la couleur de l'animal que quand les grands chromoblastes noirs sont rétractés. On s'assure sur les préparations, qu'ils s'épandent exactement comme ces derniers, en envoyant toutes leurs ramifications vers l'extérieur.

Les particularités que nous venons d'indiquer montrent combien est compliqué le mécanisme des changements de couleur qu'offre le caméléon et en même temps quelle variété ces changements peuvent offrir. Le blanc, le jaune, le noir, le roux, le bleu, s'y combinent ou du moins peuvent s'y combiner, car on ne doit pas perdre de vue que chaque point de la peau de l'animal n'est pas susceptible de prendre toutes les nuances que nous énumérons ici. Celles-ci dépendent en chaque lieu de la constitution anatomique de la peau à ce niveau, et de la présence ou du nombre des différentes sortes d'éléments anatomiques que nous avons passées en revue.

Supposons par exemple que les chromoblastes noirs (ne parlons que d'eux tout d'abord) qui sont à peu près uniformément répandus, entrent en contraction : ils seront alors complétement dissimulés dans la profondeur de l'écran. L'animal paraîtra *jaune* partout où il y aura au-dessous du derme, des chromoblastes jaunes ; il sera *jaunâtre* partout où n'existeront au-dessus de l'écran que des iridocytes, qui donneront simplement sur fond blanc une nuance jaunâtre un peu sale. Enfin si l'écran n'est séparé du derme ni par des chromoblastes jaunes, ni par des iridocytes, la peau à ce niveau sera d'un *blanc* éclatant.

Si les chromoblastes noirs se dilatant envoient leurs prolongements à travers l'écran jusque dans la couche des iridocytes, ceux-ci aussitôt se trouvant sur un fond absorbant représenté par ce pigment, émetteront des radiations bleues. La peau sera *verte* là où elle était jaune il y a un instant, par l'effet combiné de ces radiations bleues et du pigment jaune. De même elle sera *bleue* partout où il n'y a que des iridocytes sans chromoblastes jaunes. Elle sera *grise* aux places qui étaient blanches.

Si les expansions des chromoblastes, s'avançant davantage, atteignent la face profonde du derme et masquent tous les autres éléments, on aura le vert, le bleu, le gris rabattus d'autant et passant au *brun* ou même au *noir*.

On remarquera que ces effets déjà si différents nous sont donnés par un seul élément contractile de la peau du caméléon alors qu'on en compte deux et peut-être trois. Les petits chromoblastes roux constituent un second jeu chromatique qui peut alterner ou se combiner avec celui des cellules noires. Enfin, nous avons vu qu'il n'était pas impossible que les chromoblastes jaunes de la superficie fussent eux-mêmes contractiles, ce qui constituerait un troisième jeu chromatique venant alterner ou se combiner avec les deux précédents.

En dehors de tous ces changements qu'on peut appeler normaux et fonctionnels, on conçoit enfin que des conditions spéciales influent à leur tour pour modifier l'étendue de la fonction chromatique chez les divers individus ou chez un même individu à divers moments. Il peut arriver par exemple que le pigment jaune disparaisse des chromoblastes qui le contiennent habituellement (comme cela se voit aussi chez les grenouilles et les rainettes) ; alors les changements de couleur de l'animal se passeront dans la gamme du blanc, du bleu et du brun plus ou moins modifiée par le jeu des chromoblastes roux.

La substance cérulescente des iridocytes, à son tour, peut l'être plus ou moins, de même qu'on voit certains poissons, ainsi que nous en avons fait la remarque plus haut, perdre dans les aquariums l'éclat qu'ils ont à la mer.

Enfin le pigment des petits chromoblastes paraît lui-même susceptible d'offrir des nuances un peu différentes dans la gamme du rouge. De là autant de variétés individuelles ou momentanées dont l'explication est facile du moment que l'on connaît les conditions anatomiques exactes du phénomène.

Les physiologistes qui ont étudié les changements de couleur du caméléon, MM. Milne Edwards, Brücke et Bert ont pris soin de noter la succession des nuances observées sur une même localité de la peau, telle qu'un tubercule par exemple. Or on se convaincra sans peine que les changements qu'ils ont enregistrés ainsi se renferment toujours, pour une même localité, dans des limites en rapport avec les variétés de constitution anatomique que nous avons indiquée.

PARTIE PHYSIOLOGIQUE

I. — LA FONCTION CHROMATIQUE EN GÉNÉRAL CHEZ LES POISSONS.

Nous nous proposons, dans cette seconde partie, d'étudier au point de vue fonctionnel les changements de couleur résultant de la contractilité des chromoblastes. Ils existent à la fois chez les poissons et les crustacés. Nous nous occuperons d'abord des poissons.

Cette étude offre des difficultés d'un ordre spécial et les travaux des physiologistes jusqu'à ce jour ne donnaient que peu de renseignements pour les surmonter. C'est surtout dans des appréciations *subjectives* comme celles qui touchent aux couleurs et aux nuances, qu'il est urgent de s'exercer longuement à la constatation aussi exacte que possible des phénomènes étudiés. Il n'y a pas en effet de vérification instrumentale ici véritablement pratique : l'observation est par conséquent essentiellement susceptible d'erreurs. Les chances d'erreur augmentent encore quand la comparaison doit porter sur des impressions successives, séparées par un temps même très-court. Chaque fois que nous l'avons pu, nous avons fait la comparaison *simultanée* des nuances et des tons. Il est ainsi plus aisé d'apprécier la valeur relative qu'ils peuvent avoir. Chaque fois que cela a été possible, nous avons toujours placé d'abord les animaux dans des conditions identiques, puis après leur avoir fait subir des influences diverses, nous les réunissions sur le même fond pour comparer les nuances qu'ils avaient prises séparément.

Nous nous sommes servi en général, dans nos expériences sur les poissons, de cuvettes de verre posées sur des papiers ou des étoffes de couleur. Nous avions d'abord songé à employer des cuvettes dont le fond seul était transparent; mais nous n'avons pas tardé à nous apercevoir que dans ces conditions les animaux semblaient parfois être influencés en sens contraire par les parois et par le fond du vase; leur sensibilité diminuait beaucoup. Nous avons donc renoncé à ce système, pour nous en tenir aux

vases de verre placés sur des étoffes un peu relevées le long de leurs parois ; dans une série d'expériences nous avons simplement fait usage de plats de faïence blancs ou peints au vernis noir.

Dans des expériences entreprises plus en grand les turbots sur lesquels nous opérions étaient mis alternativement dans des vasques à fond brun et à fond clair. Les premières étaient à plancher de bois recouvert d'une épaisse végétation de diatomées, où le rouge et le vert se mêlaient à peu près également dans une teinte très-sombre et très-absorbante pour la lumière. Les vasques claires étaient sablées avec du sable de la côte bien net et bien blanc. Son éclat paraît impressionner vivement les animaux marins qui ne trouvent d'ailleurs jamais, au moins dans nos parages, de fond plus clair et plus lumineux.

Nous avions songé à traduire d'une manière permanente les changements de coloration que présentent les poissons et en particulier les turbots qui nous ont principalement occupé. Comme ces changements se passent en général dans la gamme du gris au brun pour toute la surface du corps vue d'ensemble, la photographie n'eût pu donner que des résultats forcément inexacts à cause des différences photogéniques des tons clairs, sans parler de la difficulté d'opérer à travers une couche d'eau. Nous avons donc eu simplement recours aux moyens ordinaires de représentation : M. Alfred Guillou voulut bien nous aider à fixer par des reproductions exécutées directement sous nos yeux, les différences observées. Elles sont d'ailleurs si sensibles et si faciles à provoquer chez les animaux vivants, que nous n'avons pas cru nécessaire de les figurer (1).

La plupart de nos expériences ont été faites sur le turbot. Quand celui-ci n'a que 6 centim. de long environ, il se distingue à peine par sa couleur, du sable sur lequel il se tient de préférence à cet âge. Il s'en couvre volontiers et le projette sur lui d'arrière en avant, avec la portion de ses nageoires dorsales et ventrales qui avoisinent la queue. Quand il se déplace il en

(1) La peinture à l'huile avait été employée de préférence à l'aquarelle pour des raisons que nous avons indiquées ailleurs. Voyez : *Des colorations de l'épiderme*. Thèse, 1864.

entraîne sur son dos. C'est une cause d'erreur contre laquelle, toute grossière qu'elle soit, il importe d'être en garde. Quelquefois il s'en couvre complétement, ne laissant passer que les yeux. Et même certains individus (nous l'avons observé) se précipitent et s'enfoncent d'un seul coup dans le sable où ils disparaissent tout entiers comme les équilles.

L'agilité du turbot diminue à mesure qu'il grandit. Quand il est jeune ses mouvements sont vifs, saccadés : il progresse dans l'eau par bonds, un peu comme un lépidoptère. Peu à peu il prend une allure plus reposée, et quand il est adulte, il ne se remue qu'avec lenteur ; il échappe mal aux poursuites et se laisse facilement prendre. Il est doué d'une vitalité qui résiste aux plus graves atteintes. Un turbot tombé de sa vasque sur des dalles humides y peut vivre plusieurs heures et ne paraît point avoir souffert quand on le remet à l'eau. Cette particularité favorable à l'expérimentation n'est pas la seule. On peut impunément lui faire de grandes plaies et des lésions profondes sans qu'il en semble très-affecté ; il guérit dans la plupart des cas. Nous avons vu un jeune turbot déjà aveuglé, dont une sèche avait mangé près d'un quart de la nageoire ventrale et qui se remit : la nageoire se régénéra en partie sous nos yeux.

Le turbot se prête par sa forme aplatie, mieux que tout autre poisson osseux, aux vivisections. Les organes profonds, la moelle, les nerfs, sont facilement accessibles à cause du peu d'épaisseur des masses musculaires latérales. Voici le mode opératoire qui nous a paru le meilleur. On prend une planche de liége ayant à peu près la largeur de l'animal. On y place le turbot sur une serviette pliée en plusieurs doubles et mouillée d'eau de mer. L'animal est fixé sur celle-ci par un filet ou par des tours de bande, ou par des lanières sanglées. Si cela est nécessaire on pratique dans la bande une fenêtre au niveau de la région où doit se faire l'opération. On est alors maître de disposer la planche qui porte l'animal comme on veut, de la tourner ou de l'incliner pour se mettre dans les meilleures conditions possibles. On peut généralement se passer du secours d'un aide.

Le turbot adulte, et même déjà quand il mesure seulement

10 cent. de long, présente un double mode de coloration, sans que nous ayons pu nous assurer si ces différences dans la livrée sont individuelles, ou si elles appartiennent à deux races ou variétés de l'espèce.

Nous désignerons l'une d'une manière générale par l'épithète de *maculée*, l'autre par celle de *granitée*. Chez cette dernière, la coloration est due à l'égale répartition de taches noires ou brunes sensiblement de même dimension et de même écartement, sur toute l'étendue du côté gauche (dorsal). La livrée de l'animal, en ce cas, est unie, comme la coloration qui résulte de la combinaison des nuances des cristaux d'un granit. Parfois des taches plus grandes sont séparées par de plus petites, mais l'aspect n'est pas modifié pour cela : la coloration reste uniforme. Nous avons observé ce dernier cas chez un turbot où les changements étaient extrêmement rapides.

Dans l'autre variété ou *maculée*, les taches forment des groupes distincts qui ont une place déterminée et symétrique sur la face gauche (dorsale) de l'animal. Chacun de ces groupes est composé d'une tache très-large environnée d'autres moindres qui semblent ses satellites. Les deux principaux groupes sont à peu près vers le milieu du corps, au-dessus et au-dessous de la colonne vertébrale; deux autres tout pareils, symétriques, existent en arrière de la tête, et deux autres vers la queue. Dans les changements de couleur, ces groupes, en raison de l'accumulation plus grande de pigment noir à leur niveau paraissent brunir plus rapidement que les parties voisines.

En général il nous a paru que les turbots *maculés* étaient plus sensibles et modifiaient plus facilement le ton de leur peau que les autres. On peut noter en outre que ces deux variétés ne se distinguent pas seulement par un agencement spécial des taches, mais par le ton général du tégument : tandis que le fond de la couleur des *granités* est verdâtre, il est pour les *maculés* plutôt rougeâtre, et quand on les met sur un fond clair ils arrivent à la valeur de celui-ci, les premiers dans une nuance olive, les seconds dans une nuance rosée.

Il importe, quand on se propose de faire des expériences sur

les changements de coloration, de choisir avec soin les animaux sur lesquels on veut opérer. Tous ne sont pas également propres aux expériences, et, dans celles qu'on institue, ne sont pas également comparables. On se rend facilement compte, soit en tourmentant les animaux, soit en les mettant quelques minutes d'un fond sur un autre, de la facilité plus ou moins grande avec laquelle ils changent. Les petits turbots dont la taille ne dépasse pas 6 à 7 cent. paraissent assez peu aptes à ces modifications qui deviennent aussi, probablement, moins sensibles sur les individus de grande dimension. La plupart de nos expériences ont été faites avec des animaux qui avaient de 10 à 20 cent. de long; ils sont alors dans d'excellentes conditions.

On peut au reste augmenter leur sensibilité en les plaçant dans des circonstances telles qu'ils se trouvent d'eux-mêmes alternativement sur fond clair et sur fond brun. Ces conditions se sont trouvées réalisées par hasard sous nos yeux. Une cinquantaine de petits turbots avaient été parqués dans une vasque flottante à fond de bois, où l'on avait jeté quelques pelletées de sable. Celui-ci peu à peu s'était accumulé dans un des angles de la vasque où les turbots de leur côté se pressaient les uns sur les autres. Le reste du fond de la caisse, couvert d'algues, avait une teinte verte foncée. Chaque fois qu'un turbot venait s'y poser, il tranchait d'abord vivement par son ton clair, puis il devenait brun; on mesurait directement le changement opéré en lui dès qu'il retournait avec les autres restés sur le sable et dont il ne tardait pas à reprendre la pâleur. Ces animaux changeant ainsi de temps à autre de couleur, presque chaque fois qu'ils changeaient de place, se trouvèrent être dans les meilleures conditions pour la recherche physiologique. C'est sur eux que nous avons fait la plupart de nos expériences.

Nous avons dit déjà et nous n'insisterons pas de nouveau sur ce point, que les différences extrêmes que l'on peut en pareille circonstance observer entre la couleur des animaux changeants sont considérables. On peut, pour le turbot, la comparer sans exagération à celle qui sépare la couleur du bois de sapin de celle du bois d'acajou; à celle qui sépare le ton de la peau légère-

ment jaunâtre d'une femme algérienne, du ton de peau d'un Indou, etc...

En général nous avons donné à ces mots *ton*, *nuance*, *couleur*, la signification un peu vague qu'ils ont dans les arts, où on les emploie assez confusément pour désigner diverses QUALITÉS chromatiques ou lumineuses d'un corps donné. Ici ce n'est pas la *nature* des radiations qu'émet ce corps, déterminée par leur place dans le spectre, qui doit nous intéresser, non plus que leur *intensité :* nous aurons à les envisager surtout comme étant plus ou moins *rabattues*, c'est-à-dire, dans le langage employé aux Gobelins, plus ou moins mélangées de brun. La qualité dont nous parlons est celle que M. Chevreul désigne par le nom de TON. Deux localités de même couleur peuvent être d'un « ton différent », si dans l'une la couleur est rabattue par du brun; pareillement, deux localités de couleurs différentes peuvent être « de même ton » si les deux couleurs sont également rabattues, c'est-à-dire nous paraissent également lumineuses. Le ton dans ce cas répond, non à la qualité chromatique mesurée par la réfrangibilité ou la longueur d'onde, mais à la qualité éclairante des radiations envisagées.

Cette faculté qu'ont les animaux de changer de couleur peut être, ainsi qu'on l'a vu plus haut, entretenue par l'exercice : comme toute fonction elle est, faute d'exercice, bientôt plus ou moins abolie. L'expérience suivante le prouve : Il s'agit d'un turbot que nous avons un jour trouvé à notre arrivée à l'établissement de Concarneau vivant là depuis longtemps avec d'autres turbots dans une vasque à fond de sable. Tous étaient, en conséquence, à l'unisson avec la couleur de ce fond clair. Il fut choisi entre eux comme le plus pâle, et placé sur fond brun où il mit *cinq jours* à devenir foncé. Replacé sur le sable, il avait repris au bout de *deux jours* sa pâleur primitive. Remis alors de nouveau sur fond brun, il acquit en *deux heures* la teinte qu'il avait mis la première fois cinq jours à gagner. Voici du reste l'observation complète :

8e *Expérience.* — Le 24 août 1871 je choisis, parmi des turbots placés

depuis longtemps sur fond clair, formé par du sable, le turbot le plus clair, long de 24 cent. environ. Il est porté dans une autre vasque à fond brun où étaient trois turbots très-foncés. Il est de couleur cendrée et tranche fortement sur ses compagnons.

Le 25 août on peut déjà remarquer un changement, mais assez faible.

Le 26. On devine que le turbot sera *granité*. La couleur blanchâtre a fait place à un ton gris sale. On distingue encore très-bien ce turbot au milieu des autres, à plusieurs mètres de distance, mais il ne *tranche* plus aussi vivement sur eux que le premier jour.

Le 27 août le ton de sa peau se rapproche de plus en plus de celui des autres turbots, on le distingue cependant encore de loin.

Le 28. Il continue de brunir. Il a une nuance olivâtre foncée, tandis que les autres sont plutôt roussâtres. Rien n'indique maintenant qu'il ait vécu précédemment sur un fond clair.

Le 29, c'est-à-dire le cinquième jour, il a enfin complétement atteint le *ton* donné aux autres par le fond commun sur lequel tous sont placés. Il est même plus foncé (brun noirâtre) qu'eux, toujours dans une nuance verdâtre.

Le 31. L'animal est peint par M. A. Guillou. Il est ensuite reporté sur fond de sable où il perd en partie, *presque instantanément*, sa couleur foncée.

Le 1er septembre il a exactement la même valeur de ton que des turbots vivant depuis longtemps sur le sable, avec une nuance seulement un peu rosée. — Il est alors remis de nouveau sur fond brun.

Le 2 septembre il est absolument à l'unisson avec les turbots qui s'y trouvent. C'est-à-dire qu'il a mis 24 heures à présenter la même modification qu'il n'avait offerte la première fois qu'au bout de 5 jours.

Le 4 septembre l'animal est un peu moins foncé que ses compagnons par suite de quelque influence étrangère (voyez plus loin). On le reporte de nouveau dans la vasque à fond de sable.

Le 5, il est à la valeur du fond clair. — Remis de nouveau sur fond brun.

Le 6 au matin, il a de nouveau bruni à l'unisson de ce fond. L'animal est opéré de la section du trijumeau. (Voy. 19e *Expér.*)

La fonction chromatique est donc influencée par l'habitude, et l'est même rapidement, puisque le turbot en question n'était pas depuis plus de trois mois au maximum sur le fond clair où nous l'avions trouvé. Au point de vue anatomique il est assez difficile d'expliquer cette *habitude*. Est-ce les nerfs commandant le retrait et la dilatation des chromoblastes qui subissent une sorte de paralysie par défaut d'exercice, laquelle exige un certain temps pour disparaître? Est-ce la substance contractile qui a cessé

de subsister en proportion suffisante (voy. p. 18) dans le corps cellulaire? Ou bien faut-il chercher la cause de cette immobilité du chromoblaste au dehors : dans la résistance devenue plus grande des tissus environnants à son expansion? Ce sont autant de questions auxquelles il est actuellement impossible de répondre.

Mais on conçoit que cette influence *si rapide* de l'habitude ait une certaine importance en zoologie. Si l'on démontre en effet que la fonction est entravée après un aussi court espace de temps que dans l'expérience relatée ci-dessus, on admettra facilement qu'elle puisse être abolie dans certaines circonstances : par exemple si l'espèce n'a pas eu pendant plusieurs générations l'occasion de l'exercer. Dès lors la même souche d'animaux se trouvera avoir donné naissance à deux races différentes : l'une très-pigmentée, l'autre très-peu pigmentée suivant les fonds où elles auront été cantonnées, et qui auront toutes deux perdu, faute d'avoir l'occasion de l'exercer, cette faculté qu'avait l'ancêtre commun de modifier le coloris de sa peau. On expliquerait de la sorte par la seule influence de l'habitude certaines variétés reconnues des zoologistes. Il est même probable qu'il y aurait à faire à ce point de vue la révision de beaucoup d'espèces qui n'ont été établies que sur des différences de l'ordre de celles que nous signalons.

Si l'on peut donner comme formule générale de la fonction chromatique qu'elle consiste en ceci : que les animaux — les poissons dans le cas particulier qui nous occupe en ce moment — prennent une couleur plus ou moins foncée selon la qualité absorbante pour les rayons lumineux du fond sur lequel ils sont placés, il s'en faut de beaucoup que la fonction chromatique se présente partout et toujours avec un caractère aussi simple.

Ce n'est pas seulement le milieu, le fond qui influe sur la coloration des animaux ainsi que les pêcheurs le disent et que Stark l'a démontré le premier. Une autre cause signalée par M. Brücke chez le caméléon intervient, dont il faut tenir grand compte. Le caméléon brunit quand on le tourmente, par suite de la dilatation de ses chromoblastes noirs. Nous avons observé de même qu'en excitant vivement un lézard vert ou en lui faisant

une opération grave, on pouvait voir passer, la couleur jaune de son ventre au bleu, par suite également de la dilatation de chromoblastes noirs profonds qui viennent mettre en jeu la cérulescence d'une couche superficielle d'iridocytes (voy. ci-dessus).

On observe également chez les poissons, et en particulier chez le turbot, des changements de cet ordre. A la vérité, dans cette dernière espèce, une extrême sensibilité paraît exceptionnelle, on peut cependant la rencontrer; et dans le cas particulier que nous allons rapporter, elle a été vérifiée par un certain nombre de personnes s'occupant de sciences.

9e *Expérience.* — Le 31 août 1871, un turbot clair, à l'unisson du fond sablé sur lequel il vit, est placé sur fond brun.

1er septembre. L'animal est déjà devenu un peu gris. (Comparez l'*Expér.* 8.)

2 sept. L'animal continue de devenir plus gris.

7 sept. L'animal est très-foncé.

8 sept. Il tombe dans une vasque voisine à fond clair, où il se trouve en compagnie d'une torpille et d'une sèche;

Le 11 sept. il est complétement à l'unisson du fond clair de cette vasque, par le ton général de sa peau sur laquelle se dessinent de temps à autre des taches tantôt brunâtres à peine accusées, et tantôt complétement noires. Ces intermittences me frappent, et dès le 12 je remarque que ces taches deviennent foncées, en même temps qu'il en apparaît de plus petites entre elles, aussitôt que l'animal est inquiété. Ces changements sont constatés par plusieurs personnes (MM. Dareste, Gavarret, etc...)

Le 12 et le 13, j'institue des expériences qui montrent :

1° Que dès qu'on force l'animal à changer de place, il se couvre de taches brunes, puis noires.

2° Si l'on met un objet foncé au-dessus de lui ou simplement la main, les taches se montrent aussitôt; puis disparaissent avec la même rapidité dès que l'objet a été écarté.

3 D e coups secs donnés sans que l'animal puisse en voir la cause, sur le fond de la vasque, font aussitôt apparaître les taches.

4° J'envoie avec une glace un rayon de soleil dans les yeux de l'animal sans observer aucun changement. J'approche de lui un disque *blanc* sans faire paraître les taches.

Pour ces différentes expériences, voici comment on procède. L'animal étant immobile dans la vasque, l'observateur se place à 2 ou 3 mètres de manière à être invisible pour l'animal, et à ne voir lui-même qu'une portion de la peau de son dos; il entrevoit à cette distance, avec assez de peine, l'emplacement grisâtre des plus grandes taches. Une autre personne, également cachée, avance alors au-dessus des yeux de l'ani-

mal le corps qui doit l'impressionner et l'observateur suit sur la portion de peau où portent ses regards l'apparition de petites taches qui deviennent visibles entre les grosses, en même temps que celles-ci deviennent elles-mêmes très-foncées.

Ces observations sont répétées jusqu'à la fin du mois de septembre et donnent constamment le même résultat.

De pareils changements sont dus manifestement à une modification dans l'état cérébral. Ils sont rares chez le turbot qui passe au reste pour un animal stupide et se laisse prendre sans difficulté. Ils sont au contraire très-fréquents et très-accusés chez d'autres espèces, mieux douées sans doute sous le rapport de la spontanéité intellectuelle. Parmi celles-ci on peut signaler en premier lieu le *Gobius niger*. C'est avec le *Callionyme lyre* l'espèce de nos côtes qui après le turbot nous a offert les changements les plus accusés et les plus rapides. La coloration du *Gobius niger* varie du bleu noirâtre foncé, analogue celui des petits grondins (voy. p. 30), au jaune pâle : l'animal semble alors complétement décoloré avec une transparence caractéristique que ne présente point le turbot, à cause de la couche d'iridocytes de sa peau, qui forme écran. L'expérience suivante montre un exemple de ces changements qui ne semblent point reconnaître d'autre cause que des impressions intimes de l'intelligence.

10e *Expérience*. — Le 27 février 1871 par un très-beau temps exceptionnellement chaud, deux petits *Gobius niger* A et B, pêchés dans le même trou de roche, entièrement pareils, sont séparés dans deux cuvettes de verre. L'un deux est électrisé pendant la journée et devient plus pâle. — Tous deux sont alors réunis et placés sur fond rouge. Le lendemain.

28 février au matin, les deux animaux sur ce fond sont exactement de même nuance.

— 8 heures. A est placé sur fond blanc et B sur fond noir ;

— 9 h. 30 min. A sur fond blanc est beaucoup plus pâle.

Les deux animaux sont changés, A est mis sur fond noir et B sur fond blanc.

1er mars. — 7 h. 30 min. A sur fond noir est très-foncé et B sur fond blanc extrêmement pâle. A est porté sur le même fond blanc que B et pâlit aussitôt : il est en moins de dix minutes à l'unisson avec B par toute la surface de son corps, excepté la tête qui reste un peu plus longtemps foncée. Cette différence elle-même disparaît bientôt.

— 8 h. 35. Quoique les deux animaux soient sur le même fond, A prend tout à coup une coloration plus foncée que B, mais elle ne persiste pas et il revient à l'unisson.

— 9 h. 45 min. Les deux animaux sont mis dans la même cuvette sur fond rouge : en ce moment, A devient encore une fois tout à coup plus foncé que B.

— 11 h. 37 min. Les deux animaux restés sur fond rouge sont exactement de même nuance.

Cette expérience montre à la fois l'influence du milieu et la rapidité singulière avec laquelle se font les changements du *Gobius niger*. Mais nous y relevons surtout cette velléité de se foncer que présente par deux fois l'animal A (la seconde fois on venait de le prendre à la main pour le transvaser d'une cuvette à l'autre), qu'il faut attribuer sans aucun doute à des actes cérébraux intimes, venant compliquer les changements qui chez d'autres individus ou d'autres espèces dépendent uniquement de la nature des milieux.

D'une manière générale on peut dire que l'animal est d'autant plus favorable pour expérimenter, qu'à sensibilité égale aux influences extérieures il est moins doué de spontanéité cérébrale. C'est ainsi qu'il faut tenir grand compte en particulier du trouble que peut apporter dans la fonction chromatique d'un individu le voisinage d'un autre individu de même espèce. Telle est sans doute l'explication de certains faits que l'on observe parfois. Ainsi en réunissant dans une vasque un certain nombre de *Gobius niger* pêchés sur la côte, on voit que quoiqu'ils soient sur le même fond, ils n'arrivent pas après plusieurs jours à se mettre tous complétement à l'unisson : les uns restent extrêmement foncés, les autres sont pâles et transparents. Au contraire, en observant les animaux de cette espèce qui habitent les bassins du vivier de Concarneau, alors que par un jour un peu froid ils sont tous alignés au bord de l'eau contre la muraille pour prendre le soleil, on constate qu'ils ont tous exactement la même livrée. La raison principale de cette uniformité est sans doute qu'ils vivent là dans les mêmes conditions physiques, mais il est probable qu'ils ont en plus une suffisante habitude les uns des autres résultant du voisinage, qui les empêche de s'inquiéter

mutuellement comme ils font vraisemblablement quand on en met plusieurs, pêchés sur différents points de la côte, vivre ensemble dans la même vasque.

Quand on veut faire des expériences sur ces animaux, il importe qu'ils aient été pris le plus possible dans les mêmes conditions, et en quelque sorte dans le même trou de roche, c'est-à-dire qu'ils aient eu autant que possible la même existence. Les jeunes qui ne se sont pas encore éloignés de leur lieu de naissance offrent sous ce rapport un incontestable avantage. Au reste on peut toujours s'assurer, en modifiant à plusieurs reprises et par des causes diverses la couleur de deux animaux, qu'ils sont bien réellement comparables ; et il suffit d'être prévenu de l'existence de ces influences cérébrales intimes dont nous venons de parler pour n'être point induit par elles en erreur (1).

Le nombre des espèces chez lesquelles la couleur se modifie à l'unisson du fond sur lequel vit l'animal, est sans doute considérable. Parmi les poissons d'eau douce nous l'avons retrouvée chez un certain nombre d'espèces du Danube (2). Le chabot commun (*Cottus gobio*) pêché dans la Seine n'est pas moins sensible (3). Les petites anguilles de *montée* nous ont offert la même particularité. Enfin parmi les poissons de nos côtes, nous citerons encore les Blennies (*Blennius*). Alors qu'elles sont longues seulement de 30-35 cent., elles sont déjà très-sensibles au contraste successif des couleurs des fonds où on les place. Elles changent du brun foncé au vert le plus clair mêlé d'un peu d'orangé. L'adulte au reste présente le même phénomène.

(1) Cette influence de l'activité cérébrale doit jouer un grand rôle dans les changements de couleur du caméléon. Nous avons pu observer autrefois ces animaux dans les régions chaudes de l'Afrique ; nous avons eu sous les yeux, vivant dans les mêmes conditions de milieu, deux caméléons tout pareils qui étaient laissés en liberté, attachés seulement l'un à l'autre par un bout de ficelle long de 25 centimètres environ. Tout le jour les deux animaux étaient de nuance différente et différemment tachetés. Dans le sommeil, au contraire, ils étaient constamment à l'unisson et d'une couleur invariable, d'un beau vert-d'eau clair, persistant ainsi tant que l'encéphale n'était point en état d'activité vigile.

(2) Voyez *Med. Jahrbücher, red. v. Stricker*. 1874, I Heft.

(3) « La coloration de l'animal, dit M. Blanchard, est très-sujette à varier ; elle varie avec l'âge, etc. » (*Les poissons d'eau douce de la France*, 1866).

11e *Expérience.* — Le 29 septembre 1871 on me remet deux blennies. Elles sont adultes et de même coloration. Une d'elles, A, porte toutefois une tache noire au voisinage de l'œil qui semble indiquer une propension à changer facilement de couleur; on la laisse sur fond blanc. L'autre, B, est placée sur fond noir en compagnie d'un *Gobius niger*.

Après 40 minutes environ le fond noir est enlevé, les animaux sont comparés sur fond blanc : ils présentent une différence considérable. Les bandes qui forment la livrée ordinaire de l'animal sont à peine accusées sur la peau claire de A; et quoique foncées sur B, on les distingue à peine tant la coloration de celui-ci est partout intense.

Jusqu'ici nous n'avons envisagé la fonction chromatique que comme produisant le phénomène relativement simple de rendre l'animal plus foncé ou plus clair, en d'autres termes telle qu'elle serait si les chromoblastes chargés de pigments brun ou noir étaient seuls susceptibles de contraction et de dilatation. Mais chez le caméléon déjà on a remarqué l'existence de deux sortes de cellules contractiles noires et rouges, auxquelles il convient peut-être d'ajouter les jaunes : beaucoup de poissons présentent une pareille complication de jeux chromatiques et changent non-seulement du clair au brun dans une nuance déterminée, mais d'une couleur à une autre par suite de la contraction et du retrait alternatifs de deux ou plusieurs sortes de chromoblastes.

Nos registres d'expériences nous fournissent les preuves qu'il y a encore des recherches à faire de ce côté, d'ailleurs difficiles en raison de la nature même du phénomène qu'il s'agit d'apprécier, surtout si ces changements se font avec une certaine lenteur. De tels changements s'observent certainement chez les très-jeunes turbots. Les jeunes Blennies en présentent également; chez elles la fonction chromatique peut offrir des écarts considérables : les individus qu'on a le plus de raisons de croire à l'unisson et qui s'y montrent même pendant un certain temps, affectent subitement des contrastes de couleur inattendus.

Enfin la fonction chromatique peut encore présenter chez les poissons une autre mode que nous retrouverons chez les crustacés où l'étude en sera plus aisée. Tels chromoblastes se dilatent sur le fond clair ou obscur, tandis que tels autres se contractent dans le même temps. L'harmonisation avec le fond ne consiste plus dès

lors pour l'animal à être brun ou clair. Sans doute c'est le cas le plus fréquent; mais la formule exacte du phénomène est plutôt celle-ci : *Un grand nombre de poissons parmi ceux qui se posent habituellement sur le fond prennent une livrée* VARIABLE *avec la qualité plus ou moins absorbante de ce fond pour les radiations lumineuses.*

Telle est l'expression générale qu'il convient de donner à la fonction chromatique. Quand nous en avons poursuivi l'étude sur d'autres animaux que ceux qui avaient d'abord servi à nos recherches, nous n'avons pas tardé en effet à reconnaître qu'on pouvait trouver telle espèce qui sur fond clair ou fond brun prenait des livrées spéciales faites parfois des couleurs les plus voyantes et les plus propres à trancher sur ce fond. Les phénomènes complexes de coloration que l'on observe alors, laissent entrevoir dans la fonction chromatique une variété beaucoup plus grande que nous-même ne l'avions tout d'abord soupçonné (1). Son histoire, comme celle de beaucoup d'autres fonctions (progression, nidification, incubation, etc.), devrait donc être faite en quelque sorte pour chaque espèce, parce qu'elle offre dans chaque espèce des particularités qu'on ne retrouve point ailleurs.

De tous les faits de ce genre que nous avons pu noter, le plus remarquable est sans contredit celui que présente le *Callionyme lyre*. Les changements de couleur qu'il offre quand il est en bon état de santé sont des plus accusés et des plus singuliers. Nous les avons observés à Concarneau au mois d'avril 1873 sur des animaux qui venaient d'être pêchés, car la fonction chromatique perd vite de son activité chez cette espèce dans les aquariums. L'expérience était faite en plaçant les callionymes dans de grands plats blancs ou noirs plongés dans un courant d'eau de mer. Les animaux restent volontiers immobiles sur le fond de ces plats. Pour les y garder si l'on s'absente, on peut les recouvrir d'une vitre qui ne modifie pas les conditions lumineuses où ils se trouvent placés, et qui n'empêche pas le renouvellement de l'eau si l'on a soin de la maintenir plus haut que les bords du plat.

(1) Les observations dont il est ici question sont postérieures au dépôt de notre mémoire à l'Académie des sciences.

Voici dans ces circonstances le double aspect sous lequel se présentent les animaux que l'on peut d'ailleurs faire rapidement passer d'un de ces états à l'autre, en les transvasant du plat blanc dans le noir, et réciproquement.

Sur fond noir le callionyme (les individus en expérience étaient des mâles) présente une livrée des mieux dessinées et à couleurs vives. Le dessus des yeux forme deux taches d'un blanc mat éclatant au milieu du ton généralement brun de la peau. Çà et là, sur le museau et sur les côtés de la tête, des lignes bleues dessinent des arabesques au milieu de taches rousses, passant par places à des tons presque rouges. Les iris sont rouges. Le dos est coupé de bandes foncées de couleur sépia, alternant avec des bandes d'un blanc presque aussi vif que celui du dessus des yeux. Les nageoires sont constellées de taches brunes; elles présentent aussi, par place, des tons bleuâtres évidemment dus à la présence d'iridocytes entre lesquels des chromoblastes noirs ont étendu leurs prolongements.

Sur fond noir toutes ces couleurs, tous ces contrastes, s'éteignent; l'animal prend une nuance rousse à peu près uniforme. Le dessus des yeux, les bandes blanches du dos, ont perdu leur argenture mate, en même temps que les bandes brunes se sont aussi effacées et comme fondues avec les précédentes dans une teinte indécise. Les taches des nageoires, les tons d'un bleu vif, ont également disparu ; enfin l'iris est devenu bleu.

Si l'interprétation de ces changements singuliers est aisée au point de vue anatomique, elle est beaucoup plus difficile au point de vue zoologique. Il est difficile en effet de voir, surtout dans cette livrée à tons vifs que l'animal prend sur fond noir, un cas de mimétisme vrai. Si l'on peut admettre que ces changements, comme le mimétisme lui-même, tendent à la protection et à la préservation de l'espèce, du moins dans le cas présent sommes-nous incapables de deviner comment ce but est atteint.

Au point de vue anatomique, il est facile de se rendre compte de ce qui se passe. Les localités qui deviennent bleues ou brunes sont celles où les chromoblastes noirs se dilatent soit immédiatement au-dessous du derme, soit au-dessous d'une couche de corps

cérulescents. Les localités qui deviennent au contraire d'un blanc mat comme le dessus des yeux sont celles où les chromoblastes (noirs et jaunes probablement) se rétractent et disparaissent peut-être au-dessous d'une couche d'iridocytes disposée en *écran*. Les localités rouges sont celles où les chromoblastes rouges se dilatent; les mêmes, en se contractant à l'iris lui restituent sa couleur bleue résultant sans doute de quelque particularité de structure analogue à celle de l'épinoche (voy. p. 43). L'explication de chaque couleur prise isolément rentre ainsi dans la loi commune, mais le fait important ici c'est que la contraction ou le retrait des chromoblastes de même espèce, noirs par exemple, n'est pas simultanée sur tout le corps à la fois. Tandis qu'ils se dilatent davantage sur un point, ils se rétractent davantage sur un autre, de manière à substituer dans certains cas à une livrée grise uniforme une livrée à nuances tranchées, blanche et noire, pour ne parler que des tons extrêmes.

Il faut donc admettre que chaque chromoblaste possède en chaque point du corps une véritable autonomie fonctionnelle. Dans la plupart des cas tous les chromoblastes se dilatent ou se rétractent ensemble comme toutes les fibres d'un muscle. Mais il peut arriver aussi que cette somme d'actions soit décomposée et que chaque élément contractile reçoive, par l'intermédiaire de l'élément nerveux spécial qui l'anime une incitation indépendante de celle de ses voisins. Telle est la seule explication possible, non seulement des livrées constantes que prennent certains animaux comme le callionyme dans des circonstances données, mais très-vraisemblablement aussi celle des livrées variables à chaque instant que présente le Caméléon en état de veille.

On conçoit d'ailleurs qu'il est très-difficile ici d'apprécier la part que prend la volonté à ces changements, sur lesquels le système nerveux a une influence immédiate incontestable. Est-ce par un acte volontaire que le caméléon, par exemple, contracte ou dilate les chromoblastes des divers points de sa peau, ou bien leur état en chaque point n'est-il que la résultante d'une série d'actions réflexes involontaires, aussi compliquées qu'on les voudra imaginer?

Cette question restera probablement longtemps encore sans réponse. Le fait sur lequel nous avons voulu seulement insister est cet individualisme fonctionnel possible des chromoblastes qu'on peut tout à fait rapprocher de celui des chromatophores des céphalopodes, malgré la différence qui sépare ces deux organismes, l'un doué seulement de mouvements sarcodiques et l'autre de mouvements musculaires proprement dits. A ce point de vue l'observation suivante d'une sèche nous a paru intéressante à rapporter en cet endroit.

12e *Expérience.* — Le 24 août 1871 nous trouvons dans une des vasques de l'aquarium de Concarneau une sèche qui paraît parfaitement bien portante. La vasque où elle vit est à fond clair et généralement l'animal garde une teinte très-claire qui ne paraît point changer dans les conditions habituelles de sa vie. La vue de la proie, la chasse qu'il lui fait, ne modifient point sa coloration, qui ne s'altère que par la présence d'un objet étranger.

Celui-ci, quand il est approché doucement, provoque l'apparition sur le milieu du dos de deux taches foncées, très-bien délimitées, rondes, larges de 10 à 12 millimètres. Il est facile de voir que l'apparition de ces taches est réglée par la situation même du corps dont la présence inquiète l'animal. La première qui se dessine, se montre toujours du côté où est le corps étranger et si on fait passer celui-ci par derrière l'animal d'un côté à l'autre, la première tache disparaît et celle du côté opposé apparaît aussitôt.

Le 28 août la réaction est modifiée. Quand on approche un objet, l'animal se colore de tout le côté, la tache étant à peine distincte sur le reste de la coloration brune.

On me dit à ce moment que quelques jours auparavant l'animal, récemment pris, montrait quand on le tourmentait « un beau carré sur le dos ». — Cependant, après avoir mangé, il présente de nouveau la réaction habituelle des deux taches foncées sur le fond clair de sa peau. — Les expériences sur l'apparition des deux taches sont répétées un grand nombre de fois.

Le 31. L'animal offre une livrée qui paraît se rapporter au récit qui m'a été fait. Il présente sur le milieu du corps une large bande pâle transversale nettement limitée, entre la partie antérieure et la partie postérieure du manteau qui sont plus foncées. La tête est aussi divisée par une ligne transversale allant d'un œil à l'autre. Quand on tourmente l'animal, il devient pâle et montre les deux taches noires sur le dos.

Le 1er septembre l'animal est visité la nuit avec une lampe à alcool. La lumière ne paraît point le troubler. Mais aussitôt que le doigt est mis dans l'eau près de lui, il se sauve avec des mouvements rapides comme

on ne lui en voit faire dans le jour que quand l'objet qui l'inquiète est tout à fait proche.

Le 18 septembre. L'animal, qui est devenu malade, meurt.

II. — INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX

Ablation des yeux. — Une étude quelque peu attentive de la fonction chromatique devait rapidement conduire à penser qu'elle dépend au moins en partie des sensations que l'animal reçoit par les yeux, puisque la qualité plus ou moins absorbante pour les rayons lumineux du fond sur lequel il est placé provoque un changement de couleur de sa peau. Le moyen de mettre en évidence ce rôle des impressions rétiniennes était de supprimer la rétine. Si les chromoblastes étaient directement influencés par les propriétés actiniques du milieu, la suppression de la rétine n'aurait aucune conséquence; si, au contraire, la rétine gouverne la fonction chromatique, on observerait aussitôt dans celle-ci une perturbation sensible.

Il fallait, dans les expériences à entreprendre, éviter une cause d'erreur possible. Les influences *cérébrales directes* sur la fonction dont nous avons déjà parlé, n'ayant aucune raison de disparaître par l'ablation de la rétine, on aurait des résultats d'autant plus nets qu'on expérimenterait avec des animaux chez lesquels la spontanéité intellectuelle est moins vive. Le turbot était donc éminemment propre à ces expériences.

Le meilleur moyen de supprimer l'action rétinienne était l'ablation des yeux. La cautérisation de la cornée, la sortie du cristallin, la fonte de l'œil, pouvaient laisser quelques doutes; il pouvait rester quelques éléments rétiniens, susceptibles d'être affectés directement par les radiations lumineuses. Je préférai le moyen qui prévenait toute objection.

13e *Expérience.* — En juillet 1870, un turbot long de 12 à 15 centimètres fut aveuglé par ablation des globes oculaires, et après l'opération successivement transporté dans une vasque à fond brun au milieu de turbots foncés, et dans une vasque à fond clair au milieu de tubots pâles. Il se maintint plus clair que les premiers, plus foncé que les seconds, dans une teinte roussâtre intermédiaire.

14e *Expérience.* — En août 1871 on prend, dans la vasque flottante dont il a été parlé plus haut dix turbots qui sont divisés en deux groupes. Les uns sont mis sur fond de sable, et les autres sur fond sombre. Ils étaient longs de 10 à 12 centimètres. Quand les uns et les autres furent à l'unisson du fond, c'est-à-dire dès le lendemain 24 août, j'enlevai les yeux à un des turbots de chaque groupe. Le 25, les deux aveugles étaient, l'un plus foncé que ses compagnons sur fond clair, et l'autre, plus clair que ses compagnons sur fond sombre. Les deux aveugles comparés de temps en temps restèrent à peu près à l'unisson et l'étaient encore le 29 septembre, sans avoir cessé de présenter le même ton dans des conditions qui n'avaient pas cessé d'être différentes. Les comparaisons entre les deux aveugles ont toujours été faites en les mettant sur le même fond.

Cette nuance roussâtre intermédiaire que présentent, quand on les aveugle, les turbots de la taille de ceux qui nous ont servi, n'est pas toutefois absolument fixe. Elle peut encore varier sous certaines influences, à certains jours. Mais les écarts sont en tous cas trop faibles pour qu'il en soit tenu compte, et pour infirmer en quoi que ce soit les résultats constants d'une expérience que nous avons renouvelée sous toutes les formes.

Je me bornerai en conséquence à signaler simplement ici certaines particularités observées tant sur les turbots aveugles que sur les gobies, chez qui, la même expérience ne donne pas pour les raisons que nous avons dites, des résultats aussi nets. Les turbots aveuglés paraissent assez peu aptes à trouver eux-mêmes leur nourriture. Il est certain que leur odorat les sert fort mal. Nous ne les avons jamais vus prendre un fragment de sardine salée dont ces animaux sont très-friands, quoiqu'on le plaçât à leur portée. Ils paraissent se nourrir à peu près exclusivement avec les débris qui pénètrent dans la bouche par les mouvements respiratoires. Après cinq semaines, du 24 août au 29 septembre, les deux aveugles en expérience avaient peu grossi, mais ils n'avaient pas non plus l'abdomen flasque. Les aveugles nagent ou restent indifféremment sur le fond, mais nous ne les avons point vus se couvrir de sable comme les autres ou du moins autant que les autres. On les trouve parfois, surtout le matin, avec un peu de sable sur le dos, mais qu'ils ont reçu de leurs voisins.

L'expérience suivante a été faite sur les gobies :

15e *Expérience.* — Après avoir choisi deux *G. niger* de même taille, paraissant propres à une expérience comparative ; après les avoir observés pendant plusieurs jours et avoir vérifié qu'ils étaient en effet comparables, c'est-à-dire qu'ils restaient à l'unisson soit sur fond blanc, soit sur fond noir, l'ablation des yeux est pratiquée sur celui des deux animaux qui paraît le plus vigoureux. Celui-ci aussitôt devient foncé, avec la tête complétement noire et le reste du corps très-brun ; tandis que son compagnon est blanc jaunâtre, presque transparent, tous deux étant sur fond d'étamine blanche.

La différence persiste, et j'observe seulement à de longs intervalles, que la teinte foncée, presque noire, de l'animal aveuglé s'éclaircit un peu; mais je dus, après trois jours, séparer les deux animaux, l'aveugle ne cessant de se jeter sur son compagnon (1).

Bien au contraire du turbot, le *Gobius niger* aveuglé se sert merveilleusement du sens de l'odorat et du sens du toucher. Il suffit de lui présenter une proie avec une pince, à peu de distance de lui, pour le voir aussitôt venir droit à elle et l'avaler avec une précision qui n'est point ici favorisée par cette faculté d'aspirer, que possèdent certains poissons, tels que le turbot, le labre, etc.. De même, si un fragment de viande tombe sur le dos de l'animal ou frôle seulement ses nageoires, il sait se retourner aussitôt et le prendre avec la même précision que s'il y voyait.

Ablation d'un seul œil. — Les expériences relatées plus haut sur une sèche nous engagèrent à rechercher si l'ablation d'un seul œil n'aurait pas une influence plus marquée sur le changement de coloration d'un côté que de l'autre. On sait que ces changements unilatéraux sont fréquents chez le caméléon où ils sont peut-être en relation avec l'indépendance si complète des mouvements des deux yeux.

Chez les poissons nous avons vu toujours ces changements s'étendre à toute la peau. Ils ne nous ont point paru susceptibles de se localiser d'un seul côté. Un *Gobius niger* éborgné ne mon-

(1) On pourra rapprocher de cette observation celle que nous avons eu l'occasion de faire dans l'aquarium de Vienne, d'une sole qui se distinguait des autres par sa couleur foncée et qui présentait des cataractes doubles. (Voy. *Ueber die Wechselbeziehungen u. s. w.*, dans *Stricker's Med. Jahrbücher.* 1874, I, Heft, — et *Note sur l'influence de l'ablation des yeux.* Ci-dessus, 1874, p. 558.

tra aucune localisation unilatérale des changements qu'amenèrent les fonds où on le mit vivre.

Chez le turbot la question se compliquait de cette particularité que le côté gauche (dorsal) est en rapport avec les deux yeux. Le résultat fut comme pour les gobies absolument négatif. Un turbot éborgné de l'œil droit, un autre de l'œil gauche, parurent *à peu près* aussi sensibles que ceux qui n'avaient point subi de mutilation. Voici toutefois le résumé de deux expériences faites comparativement avec des turbots placés sur fond brun et des turbots placés sur fond de sable.

16e *Expérience.* — Le 26 août 1871 un turbot long de 12 centimètres environ est éborgné de l'œil droit par l'ablation du globe oculaire.

Le 27 août, il n'offre rien de particulier et continue d'être à l'unisson des animaux avec lesquels il vit sur fond de sable. Aussitôt qu'on le touche ou qu'on l'empêche de se sabler, les taches deviennent immédiatement foncées, bien tranchées, tandis qu'elles sont, quand il n'est pas tourmenté, fondues dans la teinte générale de la peau.

Le 31 août l'animal est placé dans une vasque à fond brun. Il est près de deux jours à atteindre l'unisson des turbots qui s'y trouvent déjà.

Remis le 4 septembre dans la vasque sablée, il redevient instantanément très-pâle.

Aucune particularité nouvelle jusqu'au 7 septembre.

17e *Expérience.* — Le 26 août 1871, un turbot de même taille que le précédent, foncé, vivant sur fond brun, est éborgné de l'œil gauche.

Le 31 août et le 4 septembre, il semble, à deux reprises, que l'animal soit un peu plus pâle que les turbots vivants avec lui sur fond brun.

Le 9 septembre au matin, par un temps sombre (1), l'animal est transporté du fond brun où il était, dans une vasque sablée. A la fin de la journée, la couleur de l'animal n'a atteint que la nuance moyenne d'un turbot aveugle vivant dans la même vasque.

Le 10, l'animal est devenu clair, d'une nuance verdâtre très-tendre.

Le 12, il est à peu près à l'unisson avec le fond de sable ; on le reporte dans une vasque à fond brun.

Le 29 septembre, l'animal sur fond brun est à peine plus foncé que les aveugles et dans leur nuance. Il devient plus brun dès qu'on le tourmente.

Le 31, même observation ; l'animal est plus clair que les autres turbots vivant avec lui sur le même fond brun.

Cette dernière observation offre un certain intérêt. Il semble

(1) Voyez plus loin INFLUENCES HORAIRES.

en effet qu'il y ait là une sorte de tendance à la pâleur, et l'on remarquera que l'animal était éborgné précisément du côté gauche, c'est-à-dire de l'œil correspondant à ce qu'on appelle le *dos* de l'animal. Il ne serait pas impossible, quoique les faits ne nous l'aient point démontré peremptoirement, que la fonction chromatique quand elle est en quelque sorte unilatérale, comme chez le turbot, dépendît plus d'un des deux yeux (celui qui correspond au côté pigmenté) que de l'autre. — Il serait également intéressant de faire à ce sujet des recherches sur des individus qu'on rencontre assez fréquemment et qui présentent sur le ventre (côté droit) une coloration partielle ou généralisée semblable à celle du côté gauche ou dorsal.

Rôle de la moelle. — Après avoir constaté que la fonction chromatique avait son point de départ soit dans les impressions rétiniennes transmises au cerveau, soit dans l'activité propre de celui-ci, il semblait naturel d'attribuer aux nerfs le rôle de conducteurs, reliant les chromoblastes de la périphérie aux centres perceptifs, ou du moins à des parties de l'encéphale dépendant de ceux-ci.

Les sections étaient le mode naturel indiqué pour s'assurer de l'existense réelle de cette nouvelle fonction des nerfs. Nous les avons successivement pratiquées sur la moelle, le trijumeau, les nerfs rachidiens, le nerf latéral, le sympathique, le réseau nerveux sous-cutané. Nous allons passer successivement en revue les effets produits par ces diverses opérations.

Voici quel a été d'une manière générale le procédé suivi. Dans la vasque flottante dont il a été parlé plus haut, et où la fonction chromatique se trouvait, par les circonstances mêmes, entretenue en pleine activité, nous avons pris un certain nombre de turbots longs en général de 12 à 17 cent. et nous les avons mis vivre dans une vasque à fond brun. C'est là qu'on les prenait pour les opérer. Après la section faite, on les jetait dans une vasque à fond recouvert de sable blanc. Si la conductibilité nerveuse était réelle, l'animal devait immédiatement pâlir de toute la région qui restait soumise à l'encéphale, tandis que l'influence n'étant plus transmise aux chromoblastes de la région dépendant

du nerf sectionné, ceux-là devaient rester étalés et la région garder sur fond clair la couleur foncée qu'avait l'animal sur fond brun. C'est ce qui arrive en effet.

On verra dans les observations suivantes que selon certaines conditions et sous certaines influences ces régions paralysées peuvent se montrer tantôt plus foncées, tantôt plus pâles que le reste de l'animal. Mais ceci n'infirme en rien le résultat général que nous indiquons, à savoir : la paralysie des chromoblastes rigoureusement localisée dans la région à laquelle se distribuent les nerfs sectionnés.

(*La fin au prochain numéro.*)

Par suite de la mort de notre dessinateur, M. Mesnel, les planches ne paraîtront que dans le prochain numéro, avec la fin de ce travail.

DE

L'APPARITION DES SELS BILIAIRES

DANS LE SANG ET LES URINES

DÉTERMINÉE PAR CERTAINES FORMES D'EMPOISONNEMENTS

(Mémoire présenté à l'Académie des sciences, le 2 novembre 1875).

Par MM. V. FELTZ et E. RITTER
Professeurs à la Faculté de médecine de Nancy.

Nous avons démontré dans notre travail sur l'action de la bile et de ses principes introduits dans l'organisme que les sels biliaires sont des agents très-puissants quand on les injecte dans le sang en proportion un peu notable (dans ce recueil, 1876, pp. 147 et 405).

L'intoxication se manifeste surtout par l'altération du sang et principalement par les modifications du globule sanguin, d'où des troubles très-profonds de circulation et de nutrition :

Les globules deviennent diffluents, changent de forme et ont de la tendance à la dissolution, l'hémoglobine transsude, colore le plasma et finit par cristalliser, le pouvoir d'absorption oxygénal diminue non-seulement en raison de la diminution du nombre des globules mais encore en raison de l'altération de l'hémoglobine ; les principes graisseux augmentent dans le sang parallèlement à la détérioration des hématies.

Ces modifications fondamentales rendent compte des arrêts circulatoires, des hémorrhagies capillaires, des accidents nerveux qui surviennent presque immédiatement et des dégénérescences de tissus que l'on peut observer consécutivement chez les sujets soumis à l'expérimentation qui vivent suffisamment.

Toutes ces lésions, réunies ou isolées, plus ou moins accentuées, nous les avons retrouvées depuis dans certains empoisonnements de source organique ou inorganique dans lesquels existait aussi à un moment donné une similitude symptomatique plus ou moins frappante avec nos empoisonnements biliaires.

Nous avons voulu rechercher si dans ces divers empoisonnements il n'y aurait pas, abstraction faite toutefois de l'action immédiate propre à chaque agent employé une action plus tardive, secondaire, nous permettant d'établir l'existance d'une hypersécrétion biliaire entraînant parfois la résorption des sels et par le fait des accidents d'intoxication.

C'est dans cette intention que nous avons expérimenté avec le tartre stibié, l'acide arsénieux, l'arséniate de soude, le phosphore et les substances septiques. Ces expériences nous les relatons avec tous leurs détails dans le mémoire actuel. Elles nous ont amené à établir que toutes les fois que les sujets restent longtemps sous le coup du poison, administré de façon à agir profondément tout en ne tuant que très-tardivement, il survenait en dehors de toutes les exagérations de sécrétion grâce auxquelles la nature cherche à débarrasser l'organisme du toxique, une suractivité bilaire des plus frappantes, d'où certainement une élimination considérable de l'agent d'empoisonnement, mais aussi la possibilité de résorption de ce produit d'excrétion et par conséquent d'accidents du genre de ceux qui caractérisent les intoxications biliaires. L'examen histologique et chimique du sang et des urines méthodiquement pratiqué ne nous laisse aucun doute à cet égard.

I. — EMPOISONNEMENT LENT PAR LE TARTRE STIBIÉ.

Dans la thèse de M. Baraban de Nancy, il a été démontré sous nos yeux que les fortes doses d'émétique administrées, soit dans l'estomac, soit par inoculation directe dans le sang, amènent la mort par une action altérante manifeste sur le globule sanguin et par la dépression rapide du système nerveux. Toute dose au-dessus de 2 centigrammes par kilogramme produit une grande prostration des forces nerveuses, un abaissement considérable de température, des déperditions séreuses abondantes et enfin la mort.

En ne donnant l'émétique qu'à petite dose, c'est-à-dire moins d'un centigramme par kilogramme et en répétant plus ou moins souvent et à des intervalles plus ou moins rapprochés l'adminis-

tration du toxique, on évite habituellement la mort des sujets d'expérience, mais on détermine la plupart du temps une hypersécrétion biliaire qui entraîne d'une part la diarrhée et les vomissements bilieux, d'autre part la résorption des principes de la bile. En ce cas, le sang éprouve toutes les altérations que peuvent produire les sels de soude des acides biliaires et les animaux peuvent mourir d'hémorrhagie.

1re *Expérience.* — On fait ingérer 20 centigrammes de tartre stibié à un chien bien portant pesant 10 kilogr.; mesurant 39°,8 de température, ayant 132 pulsations et 20 respirations.

Au bout d'un quart d'heure, quelques vomissements de matières spumeuses, légèrement colorées en vert. Après deux heures et demie, le chien se couche et s'endort, la température est à 39°,2, pouls 120, respiration 20.

Le chien revient complétement à l'état normal après cinq heures.

Le lendemain, ingestion de 60 centigrammes de tartre stibié dans 40 grammes d'eau. Les mêmes phénomènes que la veille marquent l'empoisonnement. Nous recueillons avec soin les urines; elles contiennent manifestement des matières colorantes de la bile; pas de traces d'acides biliaires. Les vomissements et la diarrhée durent plus longtemps que la veille et ce n'est que huit heures après l'expérience que le calme se rétablit, que la température tombée à 38 degrés remonte à 39 degrés, le pouls revient de 116 à 120 et la respiration de 16 à 20.

Nouvelle ingestion de 40 centigrammes d'émétique le lendemain. Le poids de l'animal a diminué dans les deux jours précédents de 250 gr. Son appétit a fléchi, sa bonne humeur a disparu, il résiste très-peu, contrairement à son habitude, à l'introduction de la sonde. 20 minutes après l'ingestion du toxique, le chien vomit des matières vertes, la température est à 38 degrés, le pouls à 120, la respiration à 12. Après sept heures, nous recueillons 60 à 70 grammes d'urine; les matières colorantes de la bile y sont très-abondantes. Les selles et les vomissements durent encore; toutes ces déjections sont franchement vertes.

Sous l'influence de l'ingestion d'une quatrième dose de 80 centigrammes d'émétique, administrée le lendemain, nous observons d'abord des vomissements alimentaires, des selles demi-molles, jaunes. Après une heure et demie, l'abattement de l'animal est très-prononcé, l'expiration plaintive et la salivation abondante. Température, 37°,2, pouls 126; respiration, 12. Les vomissements recommencent avec violence.

Après quatre heures, vomissements répétés coup sur coup, selles bilieuses très-abondantes, avec quelques débris épithéliaux blanchâtres, urines assez abondantes qui nous permettent d'y retrouver les matières colorantes de la bile, des acides biliaires et de l'indican.

Les selles commençant à devenir sanguinolentes, nous jugeons utile de provoquer chez cet animal le dernier degré de l'intoxication, par l'administration d'une cinquième dose, d'autant plus que nous étions arrivés à nos fins : à savoir, une hypersécrétion biliaire, dont les urines donnaient toutes les preuves.

2e *Expérience.* — Nous injectons dans la veine crurale d'un chien de 15 kilogr. 15 centigr. de tartre, stibié (1 centigr. par kilogr.). L'émétique est dissous dans 50 centimètres cubes d'eau distillée. Nous observons les phénomènes relatés dans le tableau I.

TABLEAU I.

	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
Avant l'expérience.....	136	38°,3	24	15k,0	»
Après un quart d'heure.	112	38,1	16	»	Frissons, abattement, vomissements
Après une demi-heure..	140	38,0	20	»	Vomissements, stupeur.
Après une heure.....	1.0	38,2	20	»	Vomissements, frissons.
Après deux h. et demie.	112	40,0	20	»	Diminution de la sensibilité consciente et réflexe.
Après quatre heures....	116	39,4	20	»	Somnolence. Fatigue. Refus de se tenir debout.
Après six heures.....	124	38,6	16	»	Réflexes normaux. Somnolence.
Après six h. et demie..	120	38,4	16	»	Urines abondantes. Pas de bile.

En résumé, le pouls et la respiration se sont maintenus, sans grande modification, pendant trois heures, puis ils ont un peu diminué de fréquence, pour s'accélérer ensuite, et, vers la fin, ils ont baissé d'une façon notable. Du côté du système nerveux, nous observons surtout de la somnolence, et à un certain moment une dépression considérable, mais qui dure peu. Ce qu'il faut surtout remarquer, c'est le tremblement musculaire comparable à un véritable frisson, et l'augmentation de la température qui a coïncidé avec lui. Les urines ne contiennent pas de matières biliaires.

Nous répétons notre injection dans les mêmes conditions que ci-dessus, le surlendemain à la dose de 135 milligrammes. L'animal paraît remis mais il a diminué de poids, il n'a plus que 13 kilogr. 500 gr. (Voy. le tableau II.)

Cette expérience offre à peu près le même tableau que la précédente. Notons seulement quelques petites différences : retard des vomissements qui sont moins nombreux, apparition de la diarrhée, durée moins grande du tremblement musculaire, augmentation considérable de température sans abaissement préalable.

125 milligrammes de tartre stibié sont injectés dans une troisième séance. Le chien ne pèse plus que 12 kilogr. 500 gr., il supporte bien l'opération, sa sensibilité paraît diminuée. (Voy. le tableau III.)

TABLEAU II.

	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
Avant l'expérience.....	108	39°,0	20	13k,5	»
Après dix minutes.....	104	39,0	16	»	Somnolence. Refus de se tenir debout.
Après une demi-heure..	120	39,6	20	»	Tremblements. Frissons. Stupeur.
Après une heure.....	116	40,4	18	»	Contractions abdominales sans vomissements.
Après une heure 45 m..	»	»	»	»	Vomissements alimentaires et bilieux. Diarrhée séreuse.
Après trois h. et demie.	144	41,0	20	»	Frissons.
Après quatre h. et demie.	152	41,0	16	»	Moins de prostration. Diarrhée verte.
Après sept heures.....	120	38,8	12	»	Pas d'urines.

TABLEAU III.

	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
Avant l'expérience.....	116	38°,4	16	12k,5	»
Après dix minutes.....	124	38,4	12	»	Diarrhée bilieuse. Frissons.
Après quarante-cinq m.	132	39,4	14	»	»
Après une h. et demie.	112	39,8	12	»	Stupeur accentuée.
Après deux h. et demie.	108	40,2	16	»	Frissonnement. L'animal se réveille pour boire.
Après quatre heures....	116	40,2	16	»	»
Après cinq h. et demie.	156	39,8	16	»	Émission d'urine. Matières bilieuses, sels biliaires, matières colorantes.
Après six h. et demie..	124	39,0	16	»	La prostration reparaît.
Après sept h. et demie.	112	38,2	12	»	Toujours selles bilieuses. Urine verte.

Ce qu'il y a de particulier dans cette nouvelle phase de l'expérimentation, c'est l'absence de vomissements et la présence des matières colorantes de la bile dans l'urine. Ce dernier fait, rapproché de la présence de la bile dans les selles, ne peut évidemment s'expliquer par une obstruction du canal cholédoque; nous sommes forcés d'admettre une hypersécrétion de bile telle que ce liquide n'a pas le temps de s'écouler par les voies ordinaires et est résorbé dans le sang.

Au bout de vingt-quatre heures nous pratiquons la quatrième injection, toujours à raison de 1 centigramme de tartre stibié par kilogramme de chien. L'animal est très-maigre, triste et abattu, ne mange presque plus, mais boit beaucoup. Les urines et les selles sont toujours ictériques (Voy. le tableau IV).

Autopsie. — L'encéphale et les poumons sont plutôt anémiés qu'hy-

perémiés. Le cœur présente au microscope quelques fibres granuleuses. Les autres muscles sont normaux.

Le foie n'est pas augmenté de volume, il est gras et gorgé de sang. Les cellules hépatiques ne sont pas altérées dans leur forme, on en voit très-bien le noyau mais il est entouré par de nombreuses granulations graisseuses. Le système biliaire est libre, mais distendu par un liquide brunâtre que l'on retrouve jusque dans les radicules.

En lui-même le rein n'offre rien de particulier, mais on trouve une abondante suffusion sanguine sous sa membrane d'enveloppe et surtout autour du paquet vasculaire qui traverse le hile.

TABLEAU IV.

	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
Avant l'expérience.....	124	38°,8	16	12k,0	
Après vingt minutes...	140	39,0	20	»	Vomissements alimentaires et bilieux.
Après une h. et demie..	140	40,0	20	»	Frissons. Abattement.
Après trois heures.....	132	40,0	16	»	Le sang examiné au microscope montre beaucoup de globules altérés, une grande quantité de globules blancs et de granulations solubles dans l'éther.
Après quatre heures...	148	40,2	20	»	Urines franchement ictériques. Vomissements continus.
Après six heures.....	140	40,4	20	»	Grande faiblesse.
Après sept heures.....	156	39,6	20	»	La faiblesse va en augmentant. Meurt dans la nuit, d'hémorrhagie. 15 heures après la dernière injection.

La vessie contient de l'urine fortement colorée en jaune. La chimie y démontre du sulfure d'antimoine, des matières colorantes de la bile, des acides biliaires et des cristaux d'émétique.

Le tube digestif, depuis l'estomac jusqu'au rectum, est rempli d'un liquide noirâtre que le microscope démontre être du sang. La muqueuse présente une injection considérable des capillaires et nombre de petites ecchymoses (infarctus muqueux et sous-muqueux).

Le sang est violacé, très-diffluent. Il est très-riche en globules blancs et en granulations dont les unes sont franchement graisseuses, et les autres rassemblées en masses qui constituent de véritables plaques. Les unes et les autres se dissolvent dans l'éther et ne reparaissent plus après l'évaporation du liquide. A leur lieu et place nous constatons une grande quantité de cristaux aiguillés de graisse.

Les globules sont grenus, réunis en masse par leur bord plus ou moins confondus. Des cristaux d'hémoglobine ne tardent pas à se montrer sur

différents points de la préparation, et parfois on surprend leur formation au milieu de masses jaunâtres, représentant dans le plasma l'hémoglobine transsudée.

L'analyse minutieuse de cette expérience ne laisse pas de doute sur la nature des accidents ultimes. Il est de toute évidence que la cachexie bilaire s'est établie chez notre chien dès l'apparition première des acides biliaires dans l'urine.

L'hypersécrétion de la bile et la résorption des principes de celle-ci peuvent seuls rendre compte des accidents observés, le tartre stibié tuant tout autrement, par dépression rapide du système nerveux. Si l'on administre l'émétique à forte dose, l'altération biliaire n'a pas le temps de se produire, elle est primée par l'abolition très-prompte des fonctions nerveuses. Les faits consignés dans la thèse de M. Baraban (de Nancy) en donnent la démonstration la plus rigoureuse.

L'examen chimique de la bile laisse soupçonner le mécanisme de l'hypersécrétion biliaire qui, longtemps entretenue, amène les accidents graves que nous venons de signaler et même la mort. Elle contient en effet des quantités notables de sels antimoniques ce qui pour nous est la preuve d'un effort éliminateur de la nature vers le foie. De l'hypersécrétion ainsi expliquée à la résorption des principes de la bile dans le foie il n'y a qu'un pas. Comme le démontre notre autopsie, il ne peut être question d'un arrêt mécanique de la bile, la résorption est évidemment due au non-écoulement suffisant du flux biliaire, d'où sa stagnation relative dans l'organe sécréteur.

II. — EMPOISONNEMENT PAR L'ARSÉNIATE DE SOUDE.

Quelques faits d'analyse du sang dans les empoisonnements aigus par l'arsenic nous ont fait penser que sous l'influence d'une action relativement longue du toxique, nous obtiendrions peut-être les preuves incontestables d'une hypersécrétion biliaire que nous faisait déjà soupçonner certaines manifestations symptomatiques de l'état aigu.

Les expériences que nous allons mentionner ont été instituées

dans ce but. Nous avons cherché à maintenir nos animaux suffisamment malades sans cependant provoquer les accidents graves de l'empoisonnement rapidement mortel.

3e *Expérience.* — Le 4 mai 1875, nous introduisons dans l'estomac d'un chien 25 centigrammes d'arséniate de soude, en dissolution dans 25 centimètres cubes d'eau distillée. Le tableau suivant indique les phases successives de l'expérimentation.

TABLEAU V.

DATES.	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
4 mai.	120	39°,5	32	10,000	Nous lui injectons 25 centigrammes d'arséniate de soude. Vomissements au bout de dix minutes, alimentaires, glaireux, légèrement bilieux. Ptyalisme considérable à la suite. Pas de diarrhée. Un peu de prostration le soir.
4 mai (soir).	140	40,1	36	»	Plus de vomissements, l'animal boit et mange. Urine normale.
5 mai.	140	40,0	28	»	Nouvelle injection de 25 centigrammes. Vomissements comme la veille pendant deux heures environ.
5 mai (soir).	150	40,5	36	»	Calme relatif. L'urine donne, par l'acide nitrique, une teinte bleuâtre.
6 mai.	136	40,3	28	9,500	Injection habituelle de 25 centigrammes. Vomissements bilieux. Diarrhée séreuse. Grand abattement de l'animal. Pouls intermittent et irrégulier.
6 mai (soir).	140	39,7	32	»	Nouvelle injection, suivie de selles liquides noires. Vomissements bilieux. Pas d'urine. Pouls toujours irrégulier.
7 mai.	160	40,8	32	9,250	Injection habituelle. Vomissements et diarrhée muco-bilieux.
7 mai (soir).	152	40,2	28	»	Injection habituelle. Le chien boit beaucoup, ne vomit plus. Selles liquides très-foncées.
8 mai.	160	40,0	36	8,750	Injection habituelle. Urine manifestement bilieuse. Selles liquides jaunes. Peu de vomissements. Appétit faible.
8 mai (soir).	140	39,0	16	»	Injection habituelle. Urine très-bilieuse. Diarrhée très-forte. L'animal refuse de manger.
9 mai.	140	38,8	32	8,500	Selles presque continues. Ténesme. Urine assez abondante. Pouls petit, dépressible.
9 mai (soir).	128	38,0	32	»	Injection habituelle. Quelques heures après, respiration stertoreuse. Affaiblissement de plus en plus marqué. Selles abondantes, jaunes, contenant des débris épithéliaux. Pouls très-faible. Appétit nul. Meurt après quelques convulsions le 10 mai. Autopsie.

Autopsie. Sang. — Le sang est différent; cependant le globule n'est pas profondément altéré. Augmentation du nombre des globules blancs. L'analyse chimique fait découvrir des quantités très-notables de sels biliaires dans ce liquide.

Cœur. — Quelques fibres granuleuses, mais la plupart intactes. Il en est de même des différentes coupes musculaires.

Poumons. — Indemnes.

Foie. — Fortement congestionné. Couleur noirâtre. La vésicule biliaire est remplie d'un fluide vert foncé. Au microscope les cellules hépatiques se montrent nettes avec des noyaux transparents, dans quelques-unes seulement le noyau est masqué par des granulations grisâtres.

Reins. — Quelques signes de dégérescence graisseuse de l'épithélium rénal. Quelques gouttes d'urine seulement sont trouvées dans la vessie.

Estomac et intestins. — Ces organes peu altérés renferment de notables quantités de matières bilieuses.

Cette observation mérite toute attention à cause de l'analyse chimique du sang qui révèle dans ce liquide la présence de sels biliaires, quand le microscope n'y découvre pas encore les signes anatomiques de l'empoisonnement biliaire. Ce qui nous permet d'affirmer que la nature parvenait encore au moment de la mort du chien à débarrasser l'organisme de l'excès des sels biliaires dans un temps relativement court.

4e *Expérience.* — Nous injectons à un chien mouton très-bien portant, dans l'estomac, 20 centigrammes d'arséniate de soude, dans 20 centimètres cubes d'eau.

TABLEAU VI.

DATE.	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
12 mai.	100	39°,3	32	15,500	Injection de 20 centigrammes d'arséniate de soude. Vomissements après vingt minutes, qui continuent une heure environ et finissent par devenir bilieux. Pas de bile dans les urines.
Id. soir.	92	39,3	32	»	Le chien est remis, mange avec appétit, paraît alerte.
13 mai.	120	40,0	40	15,000	Injection comme la veille. Vomissements. Diarrhée séreuse.
Id. soir.	132	39,5	40	»	Injection de 30 centigrammes. Vomissements bilieux, diarrhée bilieuse. L'urine commence à être bilieuse.
14 mai.	166	39,3	36	13,750	Injection de 30 centigrammes. Vomissements et diarrhée bilieux presque continus. Prostration. Refus des aliments. Soif intense.
Id. soir.	160	37,0	52	13,500	Le chien paraît trop malade pour recevoir une nouvelle injection. Les urines de la journée sont franchement bilieuses.
15 mai.	160	38,0	56	»	Injection de 30 centigrammes. Plus de vomissements. Diarrhée bilioso-sanguine. Urines, mêmes caractères que la veille. Abattement comateux. Le chien meurt le soir. Autopsie.

Autopsie. — Faite immédiatement après la mort, elle nous donne comme seules lésions, du côté de l'estomac et de l'intestin, des signes d'hé-

morrhagie capillaire, intra- et sous-muqueuse. L'épithélium est abrasé sur nombre de points, d'où apparence d'ulcérations. Les follicules clos, isolés et en plaques, sont fortement tuméfiés.

Foie. — Gorgé de bile. Pigmentation biliaire évidente. Pas de dégénérescence graisseuse manifeste.

Reins. — Peu de lésions. La vessie contient quelques gouttes d'urine qui colorent franchement par l'acide azotique.

Sang. — Diffluent. On voit que l'hémoglobine commence à transsuder. Pas encore de cristaux. L'analyse y montre les signes certains des acides et sels biliaires.

5e *Expérience.* — Nous injectons 160 centigrammes d'arséniate de soude dans l'espace de douze jours à une chienne noire très-bien portante. (Voy. le tableau VII.)

L'autopsie montre l'intégrité des poumons et du système nerveux. Quelques fibres granuleuses dans le muscle du cœur. Le sang et la bile sont analysés. La bile contient beaucoup d'arsenic et le sang des traces manifestes des sels biliaires. Histologiquement les globules sont diffluents, le plasma coloré par l'hémoglobine transsudée montre aussi une certaine quantité de granulations graisseuses.

La muqueuse de l'estomac et du tube digestif est fortement hypérémiée. Ulcérations superficielles. Les moindres réseaux capillaires se voient gorgés de sang au microscope. Quelques petites ulcérations superficielles du côté du cæcum. Le contenu de l'intestin et de l'estomac est un mélange de sang et de bile.

Le foie est très-fortement congestionné ; les acini sont circonscrits par des anses que l'on dirait injectées au carmin. Les cellules hépatiques sont fortement chargées de pigment biliaire. Les canaux biliaires et la vésicule sont distendus par de la bile.

Les reins sont peu altérés. Cependant la substance corticale présente nombre de ces tubuli infiltrés de graisse.

La vessie est vide.

Les deux observations que nous venons de rapporter confirment les données découlant de celle qui les précède ; en effet, l'altération chimique du sang a amené au bout de très-peu de temps les désordres organiques habituels de la résorption biliaire : la diffluence globulaire, la modification de l'hémoglobine et la pigmentation de l'organe hépatique.

III. — EMPOISONNEMENT PAR L'ACIDE ARSÉNIEUX.

Connaissant les effets déterminés par l'élimination de l'arséniate de soude dans le foie, nous avons voulu nous assurer

TABLEAU VII.

DATE.	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
18 mai.	96	39°,8	40	7,500 k	Injection de 10 centigrammes d'arséniate de soude. Vomissements alimentaires après un quart d'heure.
Id. soir.	108	39,5	42	»	Urine normale.
19 mai.	112	40,0	44	7,250	Injection habituelle. Vomissements plus forts que la veille. Pas de diarrhée. Appétit conservé.
Id. soir.	112	39,5	42	»	La diarrhée commence. Nous lui injectons 7 centigrammes pour l'empêcher de revenir à l'état normal. Rien dans l'urine.
20 mai.	110	39,8	42	7,000	Injection de 10 centigr. Vomissements fréquents. Peu de diarrhée. Pas d'urine.
Id. soir.	132	39,4	36	»	Injection de 8 centigrammes. Diarrhée abondante qui commence à devenir bilieuse. Du reste, le chien va bien, mange sans boire d'une manière exagérée.
21 mai.	138	40,0	48	7,250	Injection de 10 centigrammes. Peu de diarrhée. Peu de vomissements. Appétit conservé. Pas d'urine.
Id. soir.	104	39,8	36	»	Injection de 10 centigrammes. L'animal ne vomit que trois fois. Pas de diarrhée. A l'air de se remettre complétement.
22 mai.	136	39,7	32	7,500	Injection de 10 centigrammes qui ne provoque que quelques vomissements insignifiants ; le chien est calme, se porte bien en apparence.
Id. soir.	140	39,6	36	7,000	L'animal devient malade, vomit beaucoup. Urine normale.
23 mai.	110	38,9	48	6,750	Injection de 10 centigrammes. Le chien est abattu. Diarrhée séreuse. Vomissements.
24 mai.	160	39,2	48	»	Nouvelle injection de 10 centig. Même état qu'hier. Toujours rien dans les urines.
Id. soir.	112	38,6	36	»	A partir de ce jour nous injectons matin et soir 7 centig. d'arséniate de soude.
25 mai.	160	39,0	52	7,300	Le chien va très-bien, mange beaucoup. Ni diarrhée ni vomissements.
Id. soir.	112	39,0	40	7,000	Même état.
26 mai.	120	39,0	40	7,250	Vomissements assez fréquents. Diarrhée bilieuse. Les urines commencent à montrer des colorations de la bile.
Id. soir.	82	39,2	36	7,000	Diarrhée continue. L'animal est très-abattu. Pouls très-irrégulier.
27 mai.	132	39,0	40	6,750	Les urines sont franchement bilieuses. L'animal perd ses forces, ne mange presque plus et boit beaucoup.
Id. soir.	136	38,7	38	»	L'abattement devient presque de la prostration. Diarrhée continue. Ténesme.
28 mai.	140	39,8	36	6,500	Même état que la veille.
Id. soir.	Incomptable.	38,6	24	6,250	Les vomissements et la diarrhée deviennent sanguinolents.
29 mai.	160	38,7	20	»	Pas de changement.
Id. soir.	Incomptable.	37,8	20	6,000	Animal très-affaissé. Refuse de marcher. Urine toujours bilieuse.
30 mai.	150	38,2	20	»	Prostration. Plus de vomissements. Diarrhée séro-sanguinolente.
31 mai.	160	38,6	16	6,000	Rien de particulier.
Id. soir.	154	38,0	20	5,700	Beaucoup de sang dans les selles. Pas d'urine. Stupeur.
1er juin.	»	»	»	»	L'animal meurt. Le cadavre pèse 5k,700. Autopsie.

de la règle générale, et pour cela nous avons dû essayer d'autres préparations arsenicales. Nous nous sommes adressés à l'acide arsénieux parce que c'est la substance la plus souvent employée par le vulgaire pour produire l'empoisonnement.

6e *Expérience.* — Nous injectons dans l'estomac d'un chien bien portant, dans l'espace de dix jours, 120 centimètres cubes de liquide contenant 120 centigrammes d'acide arsénieux. L'animal a donc été maintenu pendant tout ce temps sous l'influence du toxique administré de façon à reculer la mort le plus possible. Le tableau suivant rend compte des opérations successives et des modifications fonctionnelles déterminées.

TABLEAU VIII.

DATES.	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
		o		k	
15 juin.	100	39,7	32	25,000	Injection de 10 centigrammes d'acide arsénieux. Après cinq minutes quelques vomissements alimentaires et muqueux. Rien de particulier du côté des urines.
16 juin.	86	39,3	24	24,000	Injection de 10 centigrammes. Vomissements. Rien dans les urines.
17 juin.	96	39,0	20	23,500	Injection de 10 centigrammes. Un peu de diarrhée.
18 juin.	72	39,3	24	»	Injection habituelle L'urine commence à verdir avec l'acide nitrique.
19 juin.	92	39,3	20	24,000	Injection habituelle. Vomissements. Diarrhée. L'urine présente une légère teinte bleue.
20 juin.	94	39,2	22	23,750	État ordinaire. Peu de vomissements malgré l'injection des 10 centigrammes.
21 juin.	128	39,3	24	22,000	Amaigrissement très-sensible. Diminution des vomissements. Urine toujours suspecte. Commencement de prostration.
22 juin.	124	39,6	24	22,000	Deux injections de 10 centigrammes à dix heures de distance. L'état de l'animal n'a guère changé.
23 juin.	160	39,3	24	21,000	Grande prostration malgré laquelle nous opérons l'injection habituelle. Les urines ne sont pas encore franchement bilieuses.
24 juin.	136	39,1	24	20,500	L'animal est très-malade. Peu de vomissements. Beaucoup de diarrhée bilieuse. Les urines ont le caractère ictérique.
25 juin.	Incomptable.	39,1	28	19,750	Injection de 10 centigrammes. Selles sanglantes. Urines vertes. Nous tirons du sang artériel de l'animal pour avoir sa capacité oxygénale. Cette opération hâte la mort de l'animal, qui succombe le 26 à midi. Autopsie.

L'autopsie est faite immédiatement après la mort. Le sang ne présente d'autre altération que la diffluence globulaire, très-peu d'acides biliaires, mais cependant en quantité encore appréciable.

Les poumons et le cœur sont intacts.

Dans l'estomac et l'intestin, signes évidents d'hémorrhagies intra et

sous-muqueuses. Abrasion presque générale de l'épithélium. Ulcérations superficielles sur différents points de l'intestin grêle. Tuméfaction des plaques de Peyer comme au début de la fièvre typhoïde.

Peu de modifications du côté des reins. La vessie renferme quelque peu d'urine qui présente tous les caractères des urines ictériques.

Le foie présente comme caractère saillant une infiltration biliaire des plus évidentes, marquée au microscope par de véritables réseaux inter et intra-acініens. Cet aspect réticulé tient certainement à la consistance de la bile qui ressemble à une gelée d'un noir verdâtre.

Sans l'accident hémorrhagique survenu chez cet animal, l'avant-dernier jour de sa vie nous aurions certainement déterminé un spécimen typique de l'empoisonnement biliaire provoqué par l'élimination du toxique. N'ayant pas entièrement réussi, nous avons recommencé l'expérience et cette fois avec un entier succès.

7° *Expérience.* — Nous injectons dans l'estomac d'un chien bien constitué, 100 centigrammes d'acide arsénieux en solution dans 100 centimètres cubes d'eau, du 2 au 10 juillet 1875.

TABLEAU IX.

DATES.	POULS.	TEMPÉR.	RESPIR.	POIDS.	OBSERVATIONS.
		°		k	
2 juillet.	112	39,4	28	17,250	Injection de 10 centigrammes d'acide arsénieux. Vomissements après un quart d'heure. Le chien est remis le soir. Urine normale.
3 juillet.	116	39,4	28	17,000	Injection habituelle le matin et même injection à deux heures. Vomissements presque continus Diarrhée très-abondante, séreuse. Urine normale. Le chien est très-fatigué le soir, refuse de manger.
4 juillet.	116	40,0	26	16,000	Deux injections comme la veille. Vomissements bilieux très-abondants. Forte diarrhée. Rien dans les urines.
5 juillet.	124	39,5	28	14,685	Le chien refuse de manger. Prostration. Selles sanguinolentes.
6 juillet.	120	40,0	28	17,250	Les deux jours de repos du 5 et du 6 ont ramené le chien presque à son état normal. Appétit excellent. Plus de diarrhée ni de vomissements. Injection de 10 centigrammes le soir.
7 juillet.	96	40,0	24	16,000	Injection habituelle. Retour des vomissements et de la diarrhée. L'animal s'affaisse de nouveau, salive beaucoup. Les urines n'ont pas encore de caractère ictérique bien marqué.
8 juillet.	116	39,6	24	14,250	Injection habituelle. Énormes vomissements de bile. Diarrhée. Les urines sont très-chargées de principes biliaires.
9 juillet.	134	39,7	24	13,250	Injection habituelle pratiquée le matin ainsi que le soir. Affaissement de l'animal. Diarrhée sanglante. Urine très-ictérique. Le soir, l'animal refuse de marcher, de manger et de boire. Pouls très-petit, irrégulier.
10 juillet.	»	»	»	»	On trouve le chien mort. Le cadavre pèse 12k,250. Autopsie.

Autopsie. — Les urines trouvées dans la vessie sont des plus caractéristiques. Les matières colorantes de la bile y sont en abondance. Le sang est très-chargé de graisse, l'hémoglobine transsude des globules et cristallise sous l'œil de l'observateur. Le tube digestif dans toute sa longueur est hypérémié avec quelques infarctus sous-muqueux et des plaques de Peyer en voie d'ulcération. Le foie est pigmenté de taches jaunes qui tranchent sur le reste de la substance hépatique comme des îlots de graisse. Le microscope montre bien cette dégénérescence partielle du foie.

Les reins sont malades dans leur substance corticale, les tubes sont remplis d'une masse protoplasmique grenue et graisseuse.

Le sang renferme des quantités très-notables de sels biliaires.

L'action prolongée de l'*acide arsénieux* sur l'organisme est, d'après les expériences que nous venons de relater, à peu près la même que celle de l'*arséniate de soude*. Les sels d'arsenic ont donc pour effet, quand ils ne tuent pas immédiatement et par eux-mêmes, de déterminer dans l'économie une réaction de celle-ci devant amener l'élimination du toxique. L'augmentation de fonction du foie biliaire doit certainement être mise au premier rang, car nulle autre sécrétion n'est si abondante et ne fournit à l'analyse chimique plus de la substance vénéneuse. Cette suractivité fonctionnelle du foie ne peut cependant durer trop longtemps ; elle a pour conséquence, d'une part, la possibilité d'une résorption plus ou moins forte, plus ou moins rapide de la substance excrétée qui est par elle-même un poison, d'autre part, une modification organique de la glande biliaire qui se traduit par une dégénérescence granulo-graisseuse des éléments anatomiques.

Nous sommes loin de vouloir enlever à l'arsenic, de ses propriétés toxiques, notre but est seulement de montrer qu'en dehors de son action immédiate il en possède une secondaire qui doit être prise en sérieuse considération, pouvant elle aussi amener des complications parfois fatales. Les analyses chimiques, fonctionnelles et anatomiques que nous fournissons plus haut, nous permettent de tirer cette conclusion de nos expériences.

IV. — EMPOISONNEMENT PAR LE PHOSPHORE.

Il n'est point d'empoisonnement qui ressemble autant à l'intoxication biliaire que celui déterminé par l'absorption du

phosphore. La similitude existe tout aussi bien pour les lésions anatomiques que pour les altérations fonctionnelles, si bien que nombre d'auteurs ont attribué les accidents de l'empoisonnement par le phosphore à une action spéciale de cet agent sur le foie. Nous nous attendions à trouver, dans les expériences que nous allons rapporter, des quantités considérables de sels biliaires, tant dans le sang que dans les urines, et pouvoir établir une corrélation anatomique et symptomatologique entre ces deux espèces d'intoxications. Grand a été notre étonnement en ne trouvant dans le sang que des quantités de sels biliaires infiniment petites et certes tout à fait insuffisantes pour expliquer les accidents. Le phosphore est évidemment toxique par lui-même; il agit sur l'organisme comme les sels biliaires; il ne détermine du côté du foie qu'une suractivité biliaire relative et secondaire. La présence dans le sang des traces de sels biliaires que nous y avons découvertes nous permettent toutefois de conserver dans ce mémoire les expériences que nous allons rapporter.

8e *Expérience.* — Nous administrons à un chien très-bien portant, d'un poids de 6 k. 500 gr., une dose d'huile phosphorée de 10 centimètres cubes. Cette quantité d'huile équivaut à un peu plus d'un centigramme de phosphore. Au moment de l'opération l'animal avait 39°,5 de température, 104 pulsations cardiaques et 20 respirations.

L'injection dans l'estomac, pratiquée à l'aide d'une sonde œsophagienne, ne provoque au premier moment aucun accident. Le chien reste gai, court et saute. Au bout d'une demi-heure des vomissements surviennent. Les matières rendues fument, sentent le phosphore et ont une apparence glaireuse. La température fléchit d'un degré, le pouls s'accélère à 150 et la respiration se précipite. Le chien absorbe beaucoup d'eau, redevient plus calme au bout d'une heure, si bien que nous le renvoyons dans sa niche.

Nous le trouvons mort le lendemain matin. Le cadavre ne pèse plus que 6 kilogrammes. L'autopsie démontre l'altération du sang que nous avons signalée, dès 1869, dans la thèse de M. Ménard (Strasbourg, n° 150). Elle ressemble beaucoup à celle produite par les sels biliaires introduits dans le sang en notable proportion. L'urine trouvée dans la vessie donne avec l'acide nitrique les réactions des matières colorantes de la bile. Le foie est plaqué de taches blanchâtres, bien limitées, indiquant les territoires envahis par la dégénérescence graisseuse commençante. Les reins et les muscles ne sont pas encore modifiés. Dans le poumon nous constatons de nombreux foyers hémorrhagiques; le cœur est indemne dans ses fibres musculaires.

L'estomac et l'intestin grêle ne portent d'autres traces du passage du poison qu'une hypérémie très-accentuée, quelque peu de desquamation épithéliale par plaques. Ces organes ne contiennent que des mucosités blanches, analogues à celles vomies pendant la vie. Les matières fécales dures que renferme le gros intestin indiquent qu'il n'y a pas eu de flux diarrhéique. Le système biliaire, vésicule, canaux et canalicules, n'est pas distendu outre mesure.

L'analyse chimique du sang, pratiquée avec le plus grand soin, ne fournit que des indices de la présence dans ce liquide de sels biliaires; et certes il serait impossible de conclure à une intoxication biliaire avec des réactions comme celles que nous obtenons. Force nous est donc de conclure à l'identité d'action sur le sang du phosphore et des sels biliaires.

Le chien dont nous venons de rapporter l'histoire ayant succombé au bout de quelques heures, nous nous sommes arrangés pour l'expérience suivante de façon à agir plus lentement, en diminuant la quantité des doses et en augmentant le nombre des injections dans l'estomac. Nous cherchions ainsi à solliciter une hypersécrétion biliaire.

9e *Expérience.* — Nous injectons à un chien de 6 k. 250 gr. dans l'espace de cinq jours, à vingt-quatre heures d'intervalle, 20 centimètres cubes d'huile phosphorée au titre sus-indiqué. Le premier jour l'animal a quelques vomissements qui ne l'affectent guère. La température, le pouls et la respiration ne sont point impressionnés. Les urines essayées le soir avec l'acide nitrique donnent une légère teinte bleuâtre. Pas de diarrhée.

La seconde opération laisse des traces plus fortes que la première, vomissements plus fréquents, plus abondants et plus difficiles. La température fléchit d'un degré, le poids de 100 grammes; le pouls s'accélère ainsi que la respiration. Point de diarrhée. Les urines sont plus bilieuses que la veille.

Le troisième jour, affaiblissement de l'animal, soif considérable, pas d'appétit, quelques selles sanguinolentes, frémissement musculaire, température toujours au-dessous de la normale, accélération du pouls et de la respiration.

La quatrième injection provoque au bout de quelques heures de fortes convulsions tétaniques, alternant avec des vomissements muqueux et des selles sanglantes. L'animal meurt dans la nuit.

L'autopsie nous révèle l'altération du sang que nous avons signalée, une dégénérescence graisseuse du foie plus avancée, des infarctus hémorrhagiques sous-muqueux depuis l'estomac jusqu'au gros intestin, un commencement de dégénérescence graisseuse du muscle cardiaque et enfin une modification de l'épithélium de la substance corticale du rein.

Les urines donnent la réaction des matières colorantes de la bile; le sang contient à peine des traces sensibles de sels biliaires.

Ici encore il est impossible d'invoquer, même comme cause adjuvante

de l'altération du sang, une résorption biliaire survenue à la suite d'une suractivité fonctionnelle. Le phosphore seul a provoqué les lésions constatées.

Ne réussissant pas par l'injection dans l'estomac à obtenir du sang renfermant une quantité notable de sels biliaires, nous avons tenté une expérience d'introduction directe du phosphore dans le sang. A cet effet, nous avons successivement essayé une solution de phosphore dans la glycérine et ensuite dans l'huile d'olive.

10° *Expérience.* — Par voie veineuse nous introduisons dans le sang d'un chien, à différentes reprises, 2, 4, 8, 14, 20, 28 et 38 centimètres cubes de notre solution de phosphore dans la glycérine. L'animal, qui pèse 21 k. 500 gr., ne présente à la suite de toutes ces inoculations d'autres signes de maladie qu'un léger abaissement de température, qu'un peu de diarrhée et de temps en temps des urines à réaction des matières colorantes de la bile, sans trace d'acides biliaires. Nous concluons du peu de gravité des accidents à une présence infinitésimale de phosphore dans la glycérine. Aussi avons-nous recours à l'injection d'huile phosphorée, au titre de 2 centigrammes et demi de phosphore pour 20 centimètres cubes d'huile.

Une première injection de 4 centimètres cubes amène chez le chien un tremblement nerveux très-accentué, une diminution de poids de une livre, quelque peu de diarrhée séreuse, un minime abaissement de température et des urines renfermant en assez grande abondance les matières colorantes de la bile.

La seconde injection de 8 centimètres cubes rend le chien franchement malade. Il exhale des vapeurs phosphorées par la respiration pendant un certain temps, vomit, diminue sensiblement de température, perd près de 1 kilogramme de son poids. Du côté du système nerveux nous observons des convulsions tétaniformes. Les urines offrent le même caractère que ci-dessus.

Une dernière injection de 10 centimètres cubes aggrave tous les symptômes que nous venons d'énumérer et amène la mort de l'animal au bout de quelques heures.

Le corps de l'animal ne pèse plus que 19 kil. 500 gr. L'estomac et l'intestin ne présentent pas la moindre lésion. Le foie montre à peine quelques taches de dégénérescence graisseuse; le système biliaire n'est pas distendu outre mesure comme dans les cas d'hypersécrétion ou d'arrêt mécanique du flux biliaire. Les reins sont en voie de dégénérescence graisseuse dans l'épithélium de la substance corticale. Les muscles sont intacts même dans l'organe cardiaque.

L'urine trouvée dans la vessie est franchement bilieuse, quant aux matières colorantes, mais ne renferme pas de sels.

Le sang qui a tous les caractères signalés dans les empoisonnements par le phosphore ne donne à l'analyse chimique que des traces de sels biliaires.

Les trois expériences que nous venons de rapporter sont des exemples d'empoisonnement suraigu, aigu et relativement lent. Les quantités de sels biliaires trouvés dans le sang étant inappréciables dans les trois cas, il nous est impossible de conclure en faveur d'une intoxication biliaire provoquée par le phosphore. Ce dernier agent a une action propre, bien déterminée, semblable à celle des sels biliaires, Il est juste cependant d'ajouter que le phosphore amène une certaine suractivité biliaire qui se marque par les traces très-certaines des acides biliaires trouvés par l'analyse dans le sang. Les quantités sont si minimes qu'on ne les trouve pas dans les urines, même d'une manière passagère.

V. — EMPOISONNEMENT PAR LES SUBSTANCES SEPTIQUES.

Dans le cours de nos expériences touchant la septicémie chez les chiens, nous avons mainte et mainte fois observé que chez les animaux qui ne succombaient pas vite sous l'influence du toxique organique, il s'établissait, presque toujours, une diarrhée bilieuse durant plus ou moins longtemps et alternant parfois avec des hémorrhagies intestinales d'intensité diverse. Cette particularité attira notre attention, d'autant plus que nous avions vu le même phénomène survenir dans certains de nos empoisonnements par les sels biliaires.

Des analyses chimiques pratiquées sur du sang d'animaux ayant succombé rapidement à l'empoisonnement septique ne nous ont rien révélé sur la présence des sels biliaires dans le sang. Il n'en a pas été de même dans les trois cas de septicémie lente que nous allons citer et qui méritent d'autant plus d'attention que dans les fièvres bilieuses graves les auteurs inclinent pour la plupart vers l'opinion d'une intoxication par miasmes telluriques ou autres.

11° *Expérience.* — Le 8 janvier 1875, nous inoculons à un chien de moyenne taille, bien portant, 2 centimètres cubes de sang putréfié, ayant déjà tué plus ou moins rapidement une série de cinq chiens.

L'animal présente au début les signes habituels de la septicémie : augmentation de la température, perte d'appétit, soif vive, diarrhée séreuse, puis hémorrhagique. La fièvre ne tombant pas à la fin du premier septenaire et la diarrhée prenant franchement le caractère bilieux, nous

analysons les urines et nous constatons qu'avec l'acide azotique elles donnent les teintes caractéristiques des matières colorantes de la bile. L'amaigrissement du chien devenant de plus en plus prononcé, la diarrhée de plus en plus forte, nous sacrifions l'animal pour avoir une analyse du sang. M. Ritter constate dans ce liquide, la présence d'une quantité très-notable de sels biliaires. L'autopsie démontre du reste, en dehors des lésions habituelles de la septicémie sur lesquelles nous ne voulons pas insister ici, un véritable engorgement du foie par la bile. Tout le système biliaire est très-dilaté et les cellules du foie fortement pigmentées. Nulle part de signes d'arrêt mécanique du flux biliaire.

12e *Expérience.* — Un chien très-bien portant est inoculé de 2 centimètres cubes et demi de sang septique, le 4 février 1875. Après avoir présenté les signes de la septicémie aiguë, il passe à un état hectique qui le différencie d'une part, des chiens de la même série qui ont guéri et d'autre, de ceux qui sont morts pendant la période aiguë. Il succombe au bout de dix jours à une diarrhée incoercible et à des hémorrhagies intestinales. Le cadavre a perdu près de 2 kilogr. du poids initial. Les urines trouvées dans la vessie sont bilieuses; le sang recueilli avec soin contient très-évidemment des sels biliaires. L'intestin renferme du sang mélangé à de la bile; l'estomac contient une notable quantité de bile. Le système biliaire nous montre la vésicule, les canaux et les canalicules distendus par de la bile. Tous ces signes indiquent une hypersécrétion biliaire.

13e *Expérience.* — Le 22 février 1875, nous inoculons à plusieurs chiens du sang putréfié à la dose de 1 ou 2 centimètres cubes, d'après leur taille. L'un de ces chiens vit dix-huit jours, traverse la période aiguë et conserve une diarrhée qui finit par amener un état d'émaciation qui se traduit par une perte de poids de 2 kilogr. et demi. Les urines, examinées plusieurs fois pendant cette seconde période de la maladie, donnent les signes de la présence des matières colorantes de la bile. A l'autopsie de l'animal, nous recueillons avec soin le sang, les urines et nous examinons surtout l'état du foie.

Les urines sont franchement ictériques. Le sang présente les réactions caractéristiques des sels biliaires. Le foie nous montre les voies biliaires très-distendues malgré l'épanchement d'une grande quantité de bile dans l'intestin et dans l'estomac.

Ces trois expériences méritent toute attention. Elles démontrent qu'il peut survenir dans le cours de la septicémie des accidents relevant de l'intoxication biliaire. Comment se fait ce nouvel empoisonnement? Ne pourrait-on pas admettre que la nature cherchant à éliminer le principe toxique primitif n'ait recours à l'excrétion biliaire et qu'elle ne dépasse son but dans certaines

circonstances qui nous sont inconnues, d'où un empoisonnement bilaire secondaire ?

VI. — CONCLUSIONS.

Si l'on jette un coup d'œil général sur toutes les expériences que nous venons de rapporter, on peut en déduire comme fait certain, l'apparition des sels biliaires dans le sang et les urines, pendant le cours de certains empoisonnements. Les quantités de sels biliaires déterminées par la réaction de Pettenkoffer sont loin d'être les mêmes dans les différents modes d'intoxication. A peine sensibles dans les empoisonnements par le *phosphore*, elles vont en augmentant progressivement dans les *empoisonnements septiques lents*, les intoxications par le *tartre stibié*, l'*arséniate de soude* et l'*acide arsénieux*.

La présence des sels biliaires dans les urines implique d'une façon certaine la contamination du sang; ce n'est guère en effet que vingt-quatre heures après l'apparition dans le sang que l'on décèle dans les urines des traces de sels biliaires.

Si nous cherchons à expliquer le pourquoi de la contamination du sang par les sels biliaires dans les cas que nous venons de citer, nous ne pouvons admettre une action directe de l'agent toxique employé, car dans les empoisonnements suraigus et même aigus, le phénomène manque presque toujours.

Pour qu'il ait lieu, il faut que l'action de la substance toxique soit relativement longue, prolongée ; que cette même action soit maintenue à un certain degré d'intensité, sans toutefois atteindre brusquement les limites mortelles. Dans ces conditions spéciales nous sollicitons du côté de l'organisme toutes les forces d'élimination qui ne sont autres que les sécrétions et excrétions exagérées. Les analyses de la bile démontrent que c'est surtout du côté du foie que se fait sentir l'effort d'expulsion du toxique. L'hypersécrétion biliaire, salutaire dans le sens de l'élimination du toxique, peut devenir et devient un danger lorsque le flux sollicité est trop abondant pour se déverser assez rapidement au dehors : sa stagnation relative dans l'organe sécréteur amène la résorption de la bile et par conséquent la possibilité d'une intoxication secondaire par les sels biliaires.

PROCÉDÉ

DE

COLORATION DES COUPES DU SYSTÈME NERVEUX

Par Mathias DUVAL

Le procédé de coloration que nous allons indiquer peut être employé pour tous les tissus; mais c'est surtout pour les coupes de l'axe cérébro-spinal que nous avons eu occasion d'en constater les avantages.

Ce procédé met en usage deux modes de coloration dont l'un au moins est aujourd'hui tout à fait classique : il consiste en effet à ajouter à la coloration rouge obtenue par le carmin la coloration bleue due à l'un des dérivés de l'aniline ; il en résulte une coloration violette, plus ou moins intense, et offrant, selon la nature des parties, des teintes différentes très-tranchées.

Les pièces ainsi préparées doivent être montées dans le baume du Canada ou la résine de Damar. Voici comment nous procédons : la coupe est d'abord colorée au carmin selon le procédé ordinaire; elle doit ensuite, afin d'être déshydratée, subir l'action successive de l'alcool à 36 degrés, et de l'alcool absolu ; c'est après l'action de ce dernier qu'elle est plongée pendant quelques minutes (de cinq à vingt minutes) dans une solution alcoolique de bleu d'aniline (bleu d'aniline soluble dans l'alcool) (1). Au sortir de ce bain, les coupes sont placées dans la térébenthine, pour être montées selon le procédé ordinaire. En un mot le procédé classique n'est modifié qu'en ce que, entre le bain d'alcool absolu et le bain de térébenthine, se trouve interposée une immersion dans un bain de bleu d'aniline dissous dans l'alcool absolu.

Les pièces ainsi obtenues présentent une belle couleur violette, que l'on croirait tout d'abord trop sombre, et qui cependant présente une extrême transparence à l'examen microscopique. Cette coloration donne à l'œil une impression bien plus nette des contours des éléments anatomiques (cellules nerveuses et cylindres d'axe). Nous dirions volontiers qu'il y a entre une préparation colorée simplement au carmin et une préparation colorée en violet, la même différence qu'entre une eau forte bien nette et une lithographie mal accusée.

Mais les principaux avantages de ce mode de coloration résultent de la

(1) On sait qu'il existe un bleu d'aniline soluble dans l'eau et un bleu d'aniline soluble dans l'alcool ; ce dernier est précipité par l'eau de sa solution alcoolique ; c'est ce précipité que Cohnheim a employé, dans ses recherches sur la diapédèse, en l'injectant dans les vaisseaux ; il lançait ainsi dans le torrent circulatoire des particules très-fines, qui, par leur couleur, étaient très-facilement reconnaissables.

manière inégale dont les éléments du violet se fixent sur les parties des tissus. Si la pièce a pris une coloration générale (à l'œil nu) d'un violet franc, c'est-à-dire si elle n'est pas restée plus de 10 à 12 minutes dans une *faible solution d'aniline* (10 gouttes de solution saturée, dans 10 gr. d'alcool absolu) on remarque les particularités suivantes :

1° Les cellules nerveuses et les cylindres d'axes sont d'un violet virant sur le rouge, c'est-à-dire dans lequel le carmin domine.

2° Les vaisseaux sont d'un violet virant sur le bleu, c'est-à-dire dans lequel l'aniline domine; ce violet est en même temps très-foncé, de sorte que les vaisseaux se dessinent par des lignes très-nettes, et l'on croirait au premier abord avoir sur la platine du microscope la coupe d'un tissu injecté, tant les moindres capillaires sont visibles et distincts.

3° Les enveloppes (pie-mère) de la moelle ou des autres segments de l'axe nerveux, ainsi que tous les prolongements de tissu lamineux, qui, sous forme de cloisons, partent de la pie-mère et pénètrent dans les centres nerveux, toutes ces parties se colorent en bleu presque pur, de sorte qu'il est très-facile de les distinguer des parties nerveuses proprement dites.

Dans une série d'études anatomiques sur l'axe nerveux central, nous indiquerons prochainement, d'une manière spéciale, les avantages que nous avons retirés de ce procédé de coloration pour la détermination des diverses parties que l'on rencontre dans les coupes microscopiques de cet axe, et notamment du bulbe et de la protubérance.

Le propriétaire-gérant
GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

DES

CHANGEMENTS DE COLORATION

SOUS L'INFLUENCE DES NERFS

Par G. POUCHET

PLANCHES I A IV

(Suite et fin) (1)

La voie de transmission qui paraissait tout naturellement indiquée était la moelle. Je pratiquai à plusieurs reprises la section de la moelle sans aucun résultat. L'animal paralysé de la partie postérieure du corps continue de se mouvoir avec une grande facilité. Il faut même l'observer avec soin pour découvrir que la paralysie existe en effet. Elle s'accuse par l'immobilité des rayons de la dorsale et de la ventrale en arrière de la lésion. Les rayons de la caudale se tiennent d'abord rapprochés, mais au bout de deux jours ils ont repris l'écartement habituel. L'animal, avec la partie antérieure de ses nageoires, imprime à sa tête des ondulations que suit la région paralysée, et il nage ainsi sans grand trouble apparent dans ses mouvements.

17e *Expérience.* — Après plusieurs tentatives qui n'avaient donné aucun résultat bien net, la section de la moelle est pratiquée sur un turbot (11 septembre 1871) avec des précautions très-grandes. On fait à la face gauche de l'animal, vers le tiers postérieur du corps, une incision parallèle à la colonne vertébrale. Un instrument tranchant est introduit entre deux arcs vertébraux, et l'on sectionne complétement la moelle. En arrière celle-ci est de plus détruite dans une étendue de 1 à 2 millimètres au moyen d'un instrument courbe. L'opération n'amène aucune perte de sang et l'on peut vérifier que la paralysie est complète.

L'animal avait été choisi foncé; il est mis sur le sable et pâlit avec rapidité, mais irrégulièrement. Certaines parties deviennent plus pâles et plus rapidement pâles que d'autres. La partie postérieure de l'animal semble rester plus foncée, mais sans limite tranchée entre elle et la région moins foncée. L'aspect que présente l'animal est celui qu'offrent ordinairement les turbots malades, ou mourants; on distingue en particulier une mince bande plus foncée au niveau de la plaie, qui s'étend

(1) Voyez le numéro de janvier 1876.

d'une nageoire à l'autre, comme si une paire rachidienne avait été particulièrement lésée.

L'animal est alors placé sur fond brun où il brunit à l'unisson; il est remis ensuite sur le sable où il s'éclaircit rapidement et régulièrement.

Chez les turbots, surtout dans le jeune âge, la section de la moelle vers le milieu de la colonne vertébrale paraît être une opération presque inoffensive, au moins pour un certain temps. Seul, un individu sur lequel nous avions pratiqué cette section à deux reprises, d'abord vers le milieu du corps, puis plus tard au niveau des premières vertèbres, succomba, sans avoir d'ailleurs, plus que les autres, offert aucun trouble permanent de la fonction chromatique. La seconde section ayant laissé intacts les premiers rayons des nageoires, l'animal pouvait encore nager et même se couvrir de sable.

Il résultait donc de ces expériences que la moelle n'est pas le conducteur nerveux entre le cerveau et les chromoblastes de la périphérie. Les seuls troubles observés dans la fonction étaient ceux que nous avons déjà signalés chez le turbot à l'approche de la mort et qu'on retrouve à la suite de toutes les opérations graves faites sur cet animal (voy. p. 33 et 34).

Influence du trijumeau. — La section du trijumeau sur le turbot donne au contraire les résultats les plus décisifs. Mon attention avait été attirée de ce côté par un cas fortuit qui se présenta. On m'avait fait remarquer dans le vivier un turbot de taille moyenne, c'est-à-dire pouvant mesurer de 35 à 40 centimètres, dont la tête était toute pâle tandis que le reste du corps offrait les mêmes mouchetures que les autres turbots du bassin. La fig. 1 de la planche III indique l'étendue de la région claire. Dans les figures de cette planche ainsi que de la suivante, la teinte plate foncée indique simplement la région dans laquelle la fonction chromatique était modifiée, quel que fût d'ailleurs le sens de cette modification. A la vérité, la plupart de nos expériences tendaient à rendre cette région plus foncée, plus noire; mais telles circonstances peuvent aussi se présenter, comme on le verra par la suite, où les régions *paralysées* se détachent en pâle. C'était le cas de l'animal dont nous parlons.

Il convenait dès lors de rechercher ce qui se passerait après la section du trijumeau au sortir du crâne, du côté gauche. On peut le sectionner directement en ce point ; il se produit parfois une hémorrhagie, mais on l'arrête avec une boulette de papier buvard. La branche sous-maxillaire, de son côté, offre des commodités toutes spéciales ; il suffit de faire une incision partant de l'angle postérieur de la mâchoire supérieure, pour la rencontrer sûrement sous la peau (1).

18e *Expérience.* — L'animal qui a fait le sujet de la 8e Exp. est opéré le 6 septembre 1871 de la section du trijumeau et placé dans une vasque à fond brun. On n'observe, comme phénomène sensible, qu'une nuance un peu plus foncée à la lèvre supérieure et à la mâchoire inférieure, paraissant peut-être s'étendre jusque sur la pectorale.

Vers la fin de la journée, à cinq heures et demie, le turbot est placé dans une vasque sablée. La délimination devient aussitôt parfaitement nette. La tache noire n'occupe que la mâchoire inférieure et remonte un peu derrière l'angle de la supérieure, jusque vers l'œil gauche. (Pl. III, fig. 3.) En arrière de l'œil droit on distingue également des traces de pigmentation éparse et qui semblent disposées suivant des lignes se coupant à angle droit ; elles sont dues certainement à quelque éraflure.

Le 7, c'est-à-dire le lendemain, le turbot, toujours placé dans la vasque sablée, offre le même aspect : pâle, rosé et plus clair que le fond ; le masque, au contraire, est brun roux, finement tacheté. Les lignes à angle droit, en arrière de l'œil, sont également très-marquées ; elles sont toutefois d'une autre nuance et tirent plutôt sur la couleur de l'encre de Chine. A la fin du jour, vers six heures, l'aspect général est le même, la mâchoire inférieure semble avoir légèrement pâli. La partie du masque située en arrière de l'angle de la mâchoire supérieure a pris la teinte encre de Chine.

Le 9, l'animal est toujours clair ; il est replacé dans une vasque à fond brun, où il redevient presque instantanément foncé, plus foncé que le masque qui se détache alors en clair.

Le masque persiste, tantôt plus visible, tantôt moins, jusqu'au 29 septembre, époque où cesse l'observation.

19e *Expérience.* — Parmi de petits turbots, longs de 13 centimètres

(1) MM. Sieboldt et Stannius décrivent (*Anat. comp.*, trad. franç., p. 73) dans les poissons osseux une branche spéciale du trijumeau indépendante du nerf maxillaire inférieur, « destinée à la peau qui recouvre la mâchoire inférieure et l'os intermaxillaire ». Chez le turbot, telle ne paraît pas être la disposition. La peau de la mâchoire inférieure est certainement desservie par le nerf maxillaire inférieur à l'exclusion *ordinaire* de la peau qui recouvre l'os intermaxillaire.

environ, placés le 24 et le 25 août dans un bassin à fond brun, on en prend un, le 6 septembre 1871, et après avoir mis le trijumeau à découvert, par une plaie perpendiculaire à son trajet, on le coupe.

L'opération est faite à neuf heures et demie du matin ; l'animal est replacé sur le fond sombre où il est depuis onze jours. Vers midi, malgré la teinte générale foncée de la peau, on voit la zone du maxillaire inférieur et la mâchoire supérieure prendre une teinte encore plus foncée. Plusieurs personnes le constatent.

La peau, au-dessous de la plaie, présente aussi une nuance un peu plus foncée, mais qui se fond avec le reste de la couleur de l'animal, tandis que la tache noire qui entoure la bouche est nettement limitée par un trait onduleux reproduisant exactement la disposition du turbot précédent. Cette tache noire monte jusqu'en arrière de l'œil, passe en dessous de lui, et en avant occupe la mâchoire supérieure qui est prise ici comme l'inférieure (Pl. XVIII, fig. 4).

L'animal est alors porté sur fond de sable où il pâlit rapidement de tout le corps excepté de la région foncée qui ne change pas et se détache de plus en plus sur la pâleur croissante de l'animal. Les lèvres de la plaie, à ce moment, sont aussi entourées d'une petite auréole foncée.

Le 7 septembre l'animal est d'une teinte rosée; le masque est toujours aussi apparent; il est peut être moins foncé, mais l'animal étant devenu lui-même extrêmement pâle, il n'a rien perdu de sa netteté.

Le 10, le ton de la peau est absolument à l'unisson avec le fond; le masque se détache très-bien, quoiqu'il ait pâli de son côté.

Le 29 septembre, moment où finit l'observation, l'animal est encore dans le même état.

Le *nerf latéral* étant regardé comme un conducteur de sensibilité, on pouvait supposer, après les expériences que nous venons de rapporter, qu'il était peut-être aussi le conducteur de l'action nerveuse des centres aux chromoblastes de la surface de corps. Quelques expériences nous assurèrent immédiatement qu'il n'en est pas ainsi.

Dans une première tentative (8 septembre 1871), nous avons essayé de couper le nerf latéral à son origine, sans le mettre à découvert. A la suite de l'opération, qui n'eut aucun effet sur la couleur du corps, l'animal présenta seulement une tache pâle vers la partie supérieure du bord de l'opercule. D'autres fois nous nous sommes borné à couper le nerf latéral à peu près vers le milieu de la longueur du corps, en pratiquant à ce niveau une profonde incision intéressant toute l'épaisseur de la masse musculaire, di-

rigée transversalement au rachis et le dépassant de près d'un centimètre vers la région dorsale et la région ventrale. Le nerf latéral était bien évidemment intéressé, et cependant les bords seuls de la plaie, comme cela est fréquent, accusèrent en arrière un liséré noirâtre : l'influence cérébrale sur les chromoblastes de la partie postérieure du corps ne fut point suspendue.

Nous citerons encore les expériences suivantes où le trijumeau semble avoir été lésé plutôt que coupé, et où l'opération paraît avoir été l'origine de désordres qui ne se sont manifestés que tardivement, quelques jours après. L'expérience n'est point concluante, puisqu'on n'a pas eu la preuve que le trijumeau avait été coupé, mais elle offre néanmoins un certain intérêt.

19e *Expérience.* — Le 2 septembre 1871 une tentative est faite pour couper le trijumeau dans la profondeur des tissus sans le mettre à découvert. L'animal, placé sur fond brun, est foncé. Nou ne le revoyons que deux jours après, le 4 septembre ; il offre à ce moment une pâleur très-marquée de la mâchoire inférieure, délimitée par une ligne décrivant à partir du bord ventral de l'animal trois ondulations successives pour remonter jusqu'à l'œil gauche (Pl. III, fig. 2). La démarcation n'est pas aussi nette que dans d'autres cas; elle est cependant très-sensible. La mâchoire supérieure n'est pas atteinte et conserve le ton du reste du corps. Vers la fin de la journée la pâleur relative de la mâchoire supérieure d'abord, puis de la mâchoire inférieure, a disparu.

Le 7 septembre, l'animal, qui a continué de vivre sur fond brun, n'offre rien de particulier.

Le 9 on pratique sur ce turbot la section du nerf latéral vers les deux tiers de sa longueur, et on le place sur fond de sable. L'animal pâlit légèrement ; seul le bord postérieur de la plaie transversale est bordé d'une marge noire très-accusée mesurant de 2 à 5 millimètres.

Le 10 l'animal est d'une couleur intermédiaire ; le bord postérieur de la plaie est plus foncé que la veille, quoique sur une étendue moindre. Mais l'animal présente en même temps un masque foncé, dû évidemment à l'opération pratiquée huit jours auparavant.

Le 11 le turbot n'est pas tout à fait à l'unisson du fond, ce qu'il faut attribuer sans doute à des circonstances particulières dont il sera parlé plus loin (influences horaires).

Le 21 l'animal est reporté sur fond brun.

Le 25 il n'offre rien de spécial.

Le 29 la mâchoire inférieure est pâle ; la plaie transversale présente également, en arrière, une bordure pâle.

Nous avons, postérieurement à ces expériences, pratiqué en

mars 1873 la section du trijumeau ou de la branche sus-orbitaire sur des callionymes. Les résultats ont été les mêmes. On obtient une paralysie des chromoblastes noirs de la région correspondante de la face. Nous en avons figuré l'étendue dans trois cas différents (Pl. III, fig. 5, 6, 7.) Le phénomène est ici beaucoup moins accusé que chez le turbot en raison du mécanisme plus compliqué de la fonction chromatique sur lequel nous avons insisté (voy. p. 81). Les faits toutefois viennent confirmer pleinement ce qu'on observe d'une manière plus nette chez le turbot.

La conclusion de ces diverses expériences, c'est que le trijumeau peut être considéré comme ayant une véritable action motrice. Son rôle chez certains animaux n'est pas uniquement sensitif (nous parlons des branches qui se rendent à la peau), et l'influx nerveux le parcourt dans les deux sens.

Nous terminerons ce qui a trait au trijumeau en donnant quelques détails sur le cas pathologique qui avait attiré au début notre attention de ce côté. Moins expérimenté à cette époque, nous avions remis à plus tard à sortir l'animal des bassins pour l'examiner de près : des pluies survenant à la morte eau firent périr dans les viviers un certain nombre de turbots et entre autres celui-là. Quand il fut retiré du bassin, le 7 septembre, la teinte livide de la tête était encore parfaitement visible. Elle s'étendait sur toute la tête au-dessous de l'œil droit, jusqu'à l'ouïe, excepté en bas où le bord de l'opercule était de la couleur du reste de la peau avec deux prolongements dont la direction semble indiquer que l'opercule sur son bord reçoit des nerfs de la région ventrale (pl. III, fig. 1.) On constata en même temps en arrière de l'œil gauche l'existence d'une cicatrice déprimée, déjà ancienne, répondant exactement à la place où le trijumeau émerge du crâne, c'est-à-dire au lieu même d'élection où il est convenable de pratiquer et où nous avions, depuis, pratiqué la section du nerf. Il est probable que le nerf avait dû être détruit sur une certaine étendue, toute la région qu'il anime étant atteinte.

Influence des nerfs rachidiens. — La section des nerfs rachidiens du côté gauche nous a donné des résultats non moins nets

que la section du trijumeau. Elle offre toutefois une particularité intéressante en rapport d'ailleurs avec ce qui a été dit plus haut du rôle négatif de la moelle.

Les nerfs rachidiens au sortir de la colonne vertébrale se partagent en deux branches, l'une pour la région dorsale, l'autre pour la région ventrale. Or, l'expérience montre que, pour agir sur les chromoblastes de la région ventrale, il ne suffit pas de couper la branche ventrale contre les vertèbres, au moment où elle vient de se séparer de la dorsale. Il faut que la section porte un peu plus bas, au-dessous du point où la branche ventrale reçoit le rameau du grand sympathique. Les expériences que nous avons faites montrent ce qu'on pouvait au reste prévoir : que ce rameau sympathique partage ses fibres entre les deux branches du nerf rachidien. Les unes descendent dans la branche ventrale, les autres remontent par la branche ventrale jusque dans la dorsale. La conséquence de ce fait, c'est qu'en coupant la branche ventrale entre le point où elle se sépare de la dorsale et celui où elle reçoit le sympathique, on agit, au point de vue de ce dernier nerf, sur la région dépendant non de la branche ventrale, mais de la branche dorsale : on paralyse les chromoblastes influencés par celle-ci, quoique la section ait porté sur celle-là.

20e *Expérience.* — Le 6 septembre 1871, sur un turbot de couleur rousse et long de 25 centimètres, une plaie est faite sur le côté gauche à l'effet d'aller couper les branches *ventrales* des nerfs rachidiens contre les vertèbres. L'animal est mis après l'opération dans une vasque sablée.

A cinq heures il a pâli déjà sensiblement. La paralysie s'étend en forme de bande sur la région dorsale (pl. IV, fig. 1). Cette bande semble plus foncée que n'était l'animal sur le fond brun où il vivait.

Le 7 septembre la bande dorsale est moins nettement marquée, principalement vers le milieu. Le bord dorsal de la plaie présente une zone pâle très-accentuée, se détachant elle-même en clair sur le ton plus clair de la peau.

Le 8 la teinte générale de l'animal est rosée. La zone pâle persiste au bord de la plaie; la région paralysée se présente toute la journée comme une tache très-nette, très-foncée, s'étendant jusqu'au bord d'insertion de la nageoire, où elle finit nettement.

Le 9 l'animal est placé sur fond brun; il brunit presque instantanément, laissant se détacher en clair la région paralysée qui paraît moins large, mais qui s'étend manifestement jusqu'au bord libre de la nageoire.

Le 11 même état. Quand la région paralysée est peu apparente, il suffit d'exciter l'animal, pour que le reste de la peau devienne aussitôt plus foncé autour d'elle.

Le 29 septembre le même état persiste encore.

Dans les deux expériences suivantes, la section des intercostaux a été pratiquée parallèlement ou postérieurement à celle du trijumeau.

21e *Expérience.* — Le 13 septembre je fais une tentative pour couper entièrement le trijumeau sur un petit turbot long de 13 centimètres, vivant sur fond brun. L'animal placé sur le sable pâlit rapidement, en gardant un masque noir montant jusqu'à l'œil droit.

Le 14 l'animal n'est pas encore complétement à l'unisson du fond de sable; il est remis sur fond brun. Déjà au bout de quelques instants, le masque qui ne paraît pas changé se détache en pâle sur la peau devenue plus sombre.

Le 15 même aspect.

Le 22 une incision parallèle à la colonne vertébrale est pratiquée au-dessous d'elle, vers la région moyenne du corps, de manière à intéresser les branches ventrales au-dessous du point où elles reçoivent le filet du grand sympathique. Cette incision est faite à la hâte, sans aucune précaution opératoire. Le résultat cependant est sensible dès que l'animal est porté sur fond clair : une bande foncée s'étend sur la région ventrale.

Le 23 la bande due à la paralysie des chromoblastes est irrégulière, mais de teinte bien foncée; on distingue aussi le masque produit par l'opération antérieure.

24 septembre. L'animal est très-sensible aux excitations extérieures. D'une couleur grise légèrement nuancée de vert quand il est en repos, il prend dès qu'on l'irrite de larges et nombreuses taches noires. La bande paralysée présente toujours le même dessin irrégulier.

Le 28 septembre l'animal n'a pas changé; on constate de nouveau la facilité avec laquelle il brunit dès qu'il est tourmenté.

22e *Expérience.* — Le 11 septembre un turbot long de 17 centimètres est pris dans une vasque à fond brun. Une plaie est pratiquée derrière l'angle de la mâchoire supérieure. Le nerf sous-maxillaire est mis à nu et enlevé sur une étendue de plusieurs millimètres. De plus la section des nerfs intercostaux ventraux est pratiquée. Une première plaie transversale longue de 12 millimètres environ est faite vers le milieu de la longueur de l'animal du côté gauche. Une autre incision longitudinale partant du milieu de celle-ci, est dirigée en arrière parallèlement à la colonne vertébrale et au-dessous d'elle. L'animal est mis ensuite sur fond de sable. Il présente immédiatement le masque et une bande partant de la plaie et descendant sur toute la face ventrale jusqu'au

bord libre des nageoires (pl. IV, fig. 2). Trois intercostaux ont été probablement coupés; les bords de la bande sont nettement limités.

Le 12 septembre le masque persiste; la bande ventrale n'est visible qu'au voisinage de la nageoire. L'animal est remis sur fond brun.

Le 13 le masque et la bande ventrale se détachent encore en brun, sur le ton foncé de la peau.

Cette action des nerfs rachidiens sur les chromoblastes paraît exclusivement réservée à ceux du côté gauche dorsal. On pouvait supposer que dans les nageoires dorsale et ventrale, où les nerfs des deux côtés du corps semblent se confondre, on agirait peut-être sur les chromoblastes en sectionnant les intercostaux du côté droit. Une expérience faite dans cette direction n'a point montré qu'il en fût ainsi.

23e *Expérience.*—.Le 9 septembre, sur un turbot long de 25 centimètres environ, on pratique par la face droite (ventrale), vers les deux tiers de la longueur du corps, une incision longitudinale répondant à la colonne vertébrale. On coupe plusieurs nerfs intercostaux; il se produit une hémorrhagie abondante. L'animal, qui avait été pris sur fond brun, est placé après l'opération sur fond de sable. Dès la fin du jour il a pâli, mais assez peu, en raison sans doute d'influences spéciales (horaires) dont il sera parlé plus loin.

Le lendemain, 10 septembre, l'animal a pâli, mais pas autant que l'on pouvait s'y attendre.

Le 11 l'animal n'est pas encore à l'unisson. Toutefois on ne note rien de particulier dans la distribution de la couleur sur la nageoire.

L'animal est plus tard reporté sur fond brun, pour voir si l'influence de la section ne se fera pas mieux sentir par la pâleur. On n'observe rien.

Le 14 l'animal est trouvé mort, depuis peu d'heures; sans doute par suite de la perte de sang qu'il a faite. Il est marbré de taches livides, et quelque temps après, exposé à l'air, il prend une couleur foncée uniforme.

Il semblerait, d'après ce qui précède, que les nerfs du côté gauche dussent être plus gros que ceux du côté droit. Mais cette différence, en admettant qu'elle existe, pourrait s'expliquer également par d'autres causes, en particulier par la prédominance de la masse musculaire gauche sur la droite, de sorte qu'on n'en saurait rien inférer de spécial quant à la présence de fibres spéciales pour chaque cellule pigmentaire.

Influence du grand sympathique. — Le grand sympathique se place chez le turbot au-dessous du glosso-pharyngien et du pneumogastrique auxquels il s'unit, et va finalement s'engager avec l'aorte et la veine cave dans le canal vertébral inférieur formant autour de ces vaisseaux un véritable plexus avec des ganglions non symétriques de place en place. La coexistence de ces trois organes dans le canal vertébral et l'impossibilité de les isoler de manière à agir séparément sur l'un d'eux, était pour les expériences à faire une cause de complication à peu près insurmontable. On devait craindre d'interrompre totalement la circulation et de rendre la partie postérieure du corps exsangue. Cet inconvénient en effet se présenta dans un cas, mais dans d'autres ce fut le contraire, quoique le mode opératoire eût été le même.

Voici le procédé suivi : On pratique une incision longitudinale ou transversale au côté droit (ventral) de l'animal, au niveau des arcades hématiques, en arrière de la cavité abdominale. Un tampon de papier de soie imbibé d'un caustique est alors introduit à l'aide d'une pointe dans le conduit osseux, en sorte qu'on obtient à la fois la destruction du grand sympathique, l'occlusion de l'aorte et de la veine cave. L'opération est faite, comme à l'ordinaire, sur des animaux foncés qui sont alors portés sur le sable. Le résultat ne se fait point attendre et après moins d'une heure le turbot est exactement partagé au niveau de la plaie en deux parties de couleur tranchée. La région postérieure, en arrière du point où a porté la destruction du grand sympathique, garde sa coloration foncée ; toute la partie antérieure de l'animal pâlit. Il survit environ deux jours à l'opération. (Pl. IV, fig. 3.)

Si du côté de la fonction chromatique nous avons toujours obtenu ce même résultat, nous avons relevé d'autre part des différences remarquables, dépendant peut-être de la nature des caustiques employés. Dans deux cas ce fut de l'acide chromique et, dans un troisième cas, de la créosote. Les deux premiers turbots montrèrent de très-bonne heure après l'opération une stase sanguine très-accusée dans les vaisseaux de la partie postérieure du corps. Le sang se répandit dans les tissus, dans les muscles en particulier. Le côté gauche (ventral) laissait voir de petits vaisseaux

congestionnés dans l'épaisseur de l'aponévrose dermique ou immédiatement au-dessus d'elle, et que l'on n'aperçoit pas d'habitude. Enfin des hémorrhagies partielles se produisirent à la surface de la peau et de la nageoire. Dans le turbot opéré avec la créosote, au contraire, la circulation parut complétement interrompue dans la partie postérieure du corps. Celle-ci semblait exsangue et quand la mort survint, les rayons de la caudale et des nageoires ventrale ou dorsale en arrière de la lésion étaient mis à nu par la nécrose des parties molles.

Voici le détail de deux de ces expériences :

24e *Expérience.* — Le 13 septembre 1871, un turbot de 22 à 25 cent. est choisi sur fond brun. On pratique une incision longitudinale au niveau de la colonne vertébrale, vers les deux tiers de l'animal. Une perte abondante de sang est arrêtée avec l'acide chromique. Un peu plus en arrière, vers les trois quarts de la longueur de l'animal on fait une nouvelle incision en T et l'on introduit dans l'arcade hématique un tampon de papier de soie trempé dans l'acide chromique concentré. Il y a encore perte de sang dans le courant de l'opération. L'animal est alors placé sur fond de sable. Déjà une demi-heure après, il offre une tendance manifeste à pâlir de la partie antérieure, tandis qu'en arrière de la seconde plaie la peau reste foncée. Tout d'abord il semble que la tache occupera du côté ventral plus d'étendue que du côté dorsal, effet dû peut-être à la présence du caustique placé dans la première plaie au niveau des nerfs rachidiens ventraux. Mais trois heures après la couleur foncée est parfaitement limitée à la région desservie par les nerfs qui naissent en arrière de la deuxième plaie. Elle est restée brune, tandis que toute la partie antérieure du corps de l'animal est à l'unisson avec le fond de sable.

Le 14 un changement notable s'est produit. La partie postérieure n'est plus également foncée dans toutes ses parties. Le bord de la région foncée, et l'extrémité de la queue seuls ont conservé leur couleur, la partie intermédiaire a pâli et revêtu une teinte livide mêlée de tons rosés dus à une congestion des vaisseaux, et probablement à une extravasation du sang dans les muscles. Celle-ci se devine surtout à travers la peau incolore du côté droit. Les vaisseaux sont gorgés de sang; on constate çà et là sous la peau quelques petites hémorrhagies partielles. Quand on tourmente l'animal, il se fonce inégalement et présente des marbrures livides.

Le 15 l'animal est trouvé le matin couché sur le dos (flanc gauche). Tous les phénomènes signalés la veille ont pris un caractère plus accusé. L'animal est évidemment paralysé de toute la partie postérieure du

corps. On le jette dans une vasque flottante où il est trouvé mort le lendemain.

25° *Expérience.* — Le 17 septembre, vers neuf heures, un turbot long de 15 centimètres, pris sur fond noir, est opéré comme le précédent, mais par une plaie perpendiculaire à la colonne vertébrale ; la créosote est employée comme caustique au lieu de l'acide chromique. L'opération a été faite un peu en arrière de la moitié de la longueur de l'animal qui est alors placé sur fond de sable. La différence s'accuse presque instantanément. A trois heures et demie toute la moitié antérieure du corps est à l'unisson avec le fond, offrant seulement une légère teinte verdâtre propre à l'individu. La partie postérieure est très-foncée. La queue semble paralysée, ou du moins les muscles du côté gauche (dorsal) paraissent contractés : la queue de l'animal se relève un peu, au lieu de s'étendre sur le sable. Il n'y a aucune trace de congestion vasculaire.

Le 18 au matin la différence de coloration est beaucoup moins accusée entre les deux moitiés du corps. L'animal est alors transporté (vers neuf heures) de la vasque à fond de sable dans une autre à fond brun. A deux heures et demie, la partie antérieure du corps est devenue plus foncée que la postérieure, mais sans que la limite entre les deux soit aussi nettement tranchée que la veille. On ne remarque aucune trace de congestion ou de réplétion vasculaire. La paralysie de toute la région caudale paraît complète.

Le 19 la nageoire dorsale dans la partie paralysée et la caudale commencent à s'effilocher par la nécrose de la membrane qui réunit les rayons. Les deux teintes de la partie antérieure et de la partie postérieure du corps (celle-ci plus pâle, l'animal étant sur fond brun) sont nettement accusées.

Le 20 l'animal est trouvé mort dans la même vasque à fond brun. La partie postérieure du corps se montre la plus foncée.

Depuis l'époque où nous faisions ces expériences le hasard a mis sous nos yeux un cas pathologique intéressant où l'effet direct de la section du grand sympathique a pu être observé sur un animal qui a longtemps survécu, le nerf ayant été atteint par une lésion purement (1) organique.

Le 20 septembre 1874, M. Alfred Guillon signala à notre attention un turbot qui se trouvait dans le bassin commun et dont le côté gauche (dos) était nettement partagé en deux régions de teinte différente. La partie antérieure était de la couleur commune à tous les autres turbots du bassin ; la partie postérieure, au con-

(1) Voy. *Soc. de biologie.* Séance du 14 novembre 1874.

traire, était toute noire. On avait la reproduction exacte du résultat auquel nous étions précédemment arrivé expérimentalement. Nous diagnostiquons à coup sûr une lésion du grand sympathique au niveau de la limite des deux teintes de la peau.

Le turbot tiré de l'eau est examiné sommairement parce qu'il paraît en mauvais état de santé. On ne découvre aucune trace de plaie ni du côté gauche (dos), ni du côté droit (ventre). On me dit qu'on l'a vu ainsi depuis trois ou quatre jours.

Sorti de l'eau, il brunit par la partie antérieure comme cela arrive ordinairement, en sorte que la différence devient moins sensible.

Le 21, l'animal est dans le même état. On le place dans un panier flottant pour pouvoir mieux l'observer.

Le 4 octobre, il est sorti du panier, on constate qu'il n'y a point paralysie de la région postérieure.

Le 13, le même état persiste. Il semble que la région foncée augmente d'étendue.

Le 3 novembre, l'animal est trouvé mort, probablement de la veille. Il n'y a point d'apparence de stase ni d'extravasation sanguine.

On procède immédiatement à l'examen anatomique. Les masses musculaires sont enlevées, les épines vertébrales supérieures et inférieures sont coupées, et le rachis avec la partie avoisinante est plongé dans un mélange d'acide azotique 4, d'eau 100, en vue d'un examen ultérieur. Celui-ci montra, au niveau même où la lésion avait été diagnostiquée, une dégénérescence des tissus enveloppant l'aorte de la chaîne sympathique. Un développement considérable de l'artère vertébrale qui précède la lésion démontrait qu'il s'était établi là une circulation collatérale anormale.

Le tissu pathologique est d'aspect blanchâtre; il s'étend dans l'ovaire et jusque dans les parties musculaires avoisinantes. Au-dessous de la lésion, le grand sympathique paraît beaucoup plus grêle. Il ne semble pas toutefois que les ganglions aient subi une diminution correspondante. Les cellules nerveuses y sont encore apparentes, et les filets qui s'en détachent sont blancs, tandis que les cordons mêmes de la chaîne sont plus pâles.

Il semblerait résulter de là que le nerf sympathique — au moins pour un certain nombre de ses fonctions — se comporte comme un nerf crânien, son rôle sur les chromoblastes étant tout à fait analogue à celui du trijumeau, tandis que pour d'autres actions où interviennent les ganglions, il puiserait son influence, en quelque sorte, sur place dans la moelle. Il n'est pas inutile de rappeler ici que chez l'embryon (des mammifères) on suit aisément les fibres du nerf sympathique dans leur continuité d'une extrémité à l'autre de la chaîne ganglionnaire.

Les dispositions anatomiques établissaient l'impossibilité d'agir isolément sur le sympathique dans le canal vertébral où l'arrêt de la circulation dans l'aorte et la veine cave amène nécessairement une grave complication. Il restait à essayer de pratiquer la section du grand sympathique au voisinage de ses origines. Ce nerf passe chez le turbot un peu au-dessous de l'articulation tympanique, en suivant une direction horizontale. Il est recouvert à la vérité par les condyles de l'épitympanique (Owen) dont il faut pratiquer la section ; mais plus en avant il est encore plus difficile de l'atteindre sans intéresser les réservoirs lymphatiques, d'où résulte une grande gêne ; en arrière, on court le risque de léser quelque nerf du groupe du pneumogastrique ou de perforer la cavité abdominale. Au niveau que nous indiquons, l'opération n'offre pas en somme de très-grandes difficultés ; on arrive facilement à mettre le sympathique à découvert et à le couper dans une certaine étendue.

Voici d'ailleurs le détail complet de l'expérience avec le mode opératoire suivi.

26e *Expérience*. — Le 24 septembre un turbot long de 16 centimètres pris dans un bassin à fond brun est opéré de la section du sympathique, au niveau de l'articulation du tympanique. L'opération n'entraîne qu'une faible perte de sang par la partie postérieure de la plaie ; celle-ci consiste en une incision longitudinale pratiquée à 2 millimètres environ au-dessous des condyles de l'épitympanique d'un bord à l'autre de l'os. On engage sous celui-ci, d'arrière en avant, la branche mousse d'une paire de ciseaux. On sectionne l'os et l'on fait basculer le fragment supérieur, qu'on enlève pour plus de commodité. On découvre alors, au fond de la plaie, le sympathique qui suit une direction horizontale. Il est sec-

tionné sans que l'animal paraisse ressentir aucune douleur, sur une longueur de 2 millimètres environ. Le fragment examiné au microscope présente de larges tubes à myéline, comme l'indique d'ailleurs sa coloration blanche.

L'animal est ensuite placé sur fond de sable où il pâlit lentement de toute sa surface. L'opération a été faite à neuf heures : à trois heures on ne découvre pas de différence entre les diverses régions du côté gauche (dorsal). Peut-être reste-t-il une légère teinte brunâtre sur le bord de l'opercule, sur la moitié antérieure de la région abdominale et sur les premiers rayons de la ventrale, mais en tous cas cette apparence est fugitive.

Le 25 l'animal est devenu uniformément pâle. Il est transporté dans une vasque à fond brun, et il fonce tout d'abord uniformément. Déjà la veille la respiration paraissait difficile en raison de la lésion de l'articulation temporale. Il y a en plus, au-dessous de la plaie, un soulèvement partiel de la peau sur l'opercule.

Le 26 l'animal offre des marbrures, indices d'une perturbation de la fonction chromatique : il est grisâtre plutôt que brun, avec des places plus ou moins foncées. La respiration paraît plus facile.

Le 27 le sympathique droit est coupé par le même procédé que l'avait été le gauche. L'animal est mis après l'opération sur fond de sable où il pâlit irrégulièrement, comme cela a été déjà indiqué. Deux heures après environ, il est replacé sur fond brun, où il brunit peu et irrégulièrement.

Le 29 persistance de l'inégalité dans la coloration. La plaie du côté gauche s'est agrandie ; l'opercule est écarté, mais le gonflement a disparu.

La même expérience répétée des deux côtés sur un autre individu nous a donné des résultats identiques : le sympathique peut donc être coupé des deux côtés au cou, et tout au moins du côté gauche sans amener dans la coloration d'autre phénomène que celui que nous avons signalé en parlant de la section de la moelle : une sorte de trouble général qui enlève à la fonction chromatique l'uniformité qu'elle a habituellement.

Ce fait n'a rien de contradictoire avec les résultats que donne la section du grand sympathique et de ses branches plus loin en arrière. D'autres phénomènes comme ceux de la congestion de la face chez les vertébrés supérieurs dépendent de la hauteur à laquelle on coupe ce nerf. Le seul fait que la section des nerfs rachidiens amène la paralysie des chromoblastes à la région dorsale ou ventrale du côté gauche, suivant qu'elle est pratiquée au-dessus

ou au-dessous du point où ces nerfs reçoivent le grand sympathique, suffit à mettre l'action de celui-ci hors de toute contestation.

Quant à cette opinion, défendue surtout par M. Goltz, que ce seraient les nerfs vaso-moteurs qui agiraient indirectement sur les chromoblastes en modifiant la circulation dans leur voisinage, nous ne pensons pas qu'elle soit encore soutenable après tout ce qui précède. Mais on peut s'assurer directement chez le turbot que l'action sur les chromoblastes n'appartient qu'aux troncs nerveux et non aux nerfs des parois vasculaires. Il suffit d'opérer par comparaison sur le nerf et sur l'artère sous-maxillaires. L'un et l'autre vers l'angle de la mâchoire supérieure traversent obliqnement les fibres du muscle qui s'attache à l'apophyse coronoïde, et viennent se placer sous la peau, où il est facile de les atteindre. Ils sont à côté l'un de l'autre, mais à une distance suffisante pour qu'il soit loisible d'agir isolément sur l'artère ou sur le nerf. Des expériences comparatives faites en détruisant l'un ou l'autre des deux organes nous ont permis de constater que la suppression de l'artère était sans influence sur la coloration de la peau du maxillaire inférieur. La section des nerfs est seule immédiatement suivie de la paralysie des chromoblastes de la région correspondante, région parfaitement limitée et qu'on retrouve la même dans tous les cas.

Réseau nerveux cutané. — On peut rapporter à des lésions du réseau nerveux cutané certaines modifications de couleur très-limitées qu'on observe presque constamment sur le bord des plaies faites par l'instrument tranchant et dont on a vu des exemples dans les expériences relatées ci-dessus.

Quand on incise la peau d'un turbot long de 12 à 15 centimètres, on est d'abord surpris de ne provoquer chez l'animal presqu'aucune réaction accusant la douleur. On observe seulement des contractions des muscles sous-jacents. Mais les chromoblastes sont et demeurent affectés. Les bords de la plaie, à une distance de 2 ou 3 millimètres deviennent plus foncés ou plus pâles.

Il semble naturel de rapporter cet effet à la section des nerfs de la région. Il est remarquable toutefois que l'incision n'a

jamais pour résultat de produire au loin la paralysie, comme si les nerfs qui influencent les chromoblastes émergeaient sur chaque point de filets profondement situés. Un espace limité par quatre incisions intéressant la peau n'est pas paralysé ; les chromoblastes des bords de la plaie sont seuls atteints, comme le montre l'expérience suivante où sont notées en même temps quelques particularités propres à la cicatrisation des plaies chez le Turbot.

27e *Expérience.*— Le 26 août 1871 au matin, on pratique sur un Turbo long de 12 centimètres quatre plaies intéressant toute l'épaisseur de la peau. Elles dessinent sur le milieu du côté gauche (dorsal), un rectangle mesurant 30 millimètres sur 15. L'individu appartient à la variété maculée. Les deux grandes taches médianes (voy. p. 71) sont partiellement intéressées. L'animal avait été pris sur fond brun : il est mis su fond de sable. A trois heures, on remarque une teinte plus foncée des taches au voisinage des quatre plaies, en sorte que l'animal ayant pâli sur le sable, on distingue très-bien de loin, la figure du rectangle accusée par quatre larges traits foncés.

Le lendemain 27, l'animal ne présente plus rien de spécial, la teinte plus foncée au voisinage des incisions a disparu. L'animal tourmenté ne présente aucun changement.

Le 6 septembre l'animal, resté sur fond de sable, est très-pâle ; les deux plaies transversales ont leurs bords rapprochés, tandis que les deux longitudinales ne sont pas fermées et paraissent devoir se cicatriser par un tissu de nouvelle formation. Quand on prend ou qu'on tourmente l'animal, il devient plus foncé ; on remarque en dehors des plaies latérales deux espaces demi-circulaires qui se détachent en clair.

Le 29 l'animal, replacé la veille sur fond de sable, est devenu complétement pâle. La cicatrice des plaies longitudinales est avancée.

On a pu remarquer dans les expériences que nous avons rapportées jusqu'ici, que tantôt la région isolée de l'influence centrale par une section nerveuse se détache en pâle sur le ton général de l'animal et tantôt en brun. Nous n'avons pas insisté sur cette particularité, nous bornant à indiquer la perturbation survenue. Ces différences apparentes dans le résultat tiennent à ce qu'après un temps assez court, la région de la peau paralysée prend une teinte moyenne comme celles qu'elle revêt en totalité chez les Turbots aveuglés. Les chromoblastes sont dans

un état moyen de contraction, n'étant ni complétement rétractés en spère, ni en état d'expansion extrême (1).

Il importe au reste de remarquer que quand nous parlons de *paralysie* des chromoblastes, ce mot ne doit être entendu que comme exprimant un état d'immobilité relatif. Il ne s'agit point d'une modification intime de l'élément, comparable à celle qui atteint un muscle soustrait à l'influence des centres nerveux. Les chromoblastes gardent après les sections nerveuses, pendant un temps très-long, la faculté de s'étendre ou de se rétracter ; peut-être ne la perdent-ils jamais absolument. Il est facile de s'assurer que des Turbots aveuglés sont encore, après plusieurs semaines, capables de modifier leur couleur si on les tourmente, ou si on leur fait quelque opération grave.

Cet état *moyen* de contraction dans lequel les chromoblastes se trouvent après la section des nerfs ne doit jamais être perdu de vue. De là vient que selon que l'animal est placé sur un fond brun ou lumineux, selon qu'il est pâle ou foncé par le reste de sa peau, la région paralysée se détache en clair ou en sombre.

III. — INFLUENCES HORAIRES.

Il nous reste à parler, pour terminer ce qui a trait à la fonction chromatique chez les poissons, de certaines perturbations qu'elle éprouve, dont la cause nous a échappé. Tout ce que nous en pouvons dire, c'est qu'elle est extérieure à l'animal, ce genre de perturbation s'observant ordinairement en même temps sur tous les animaux en expérience.

La paralysie des chromoblastes consécutive aux sections nerveuses persiste, ainsi qu'on l'a vu, un temps très-long, que nous n'avons pu déterminer (2) : c'est toujours en quittant le bord

(1) Cet état pourrait être comparé à celui des muscles en repos, qui ne sont ni contractés ni en état d'expansion extrême (comme quand leurs antagonistes se contractent), et qui offrent dans cet état moyen des apparences optiques spéciales. Voy. Fredericq, *Génération et structure du tissu musculaire*, Bruxelles, 1875.

(1) Nous extrayons de notre journal l'observation suivante : « J'avais remarqué, au mois de janvier et de février 1872, un grand Turbot avec une bande *claire*, s'étendant sur toute la face gauche (dorsale) de l'animal, large de 2 à 3 centi-

de la mer que nous avons cessé de suivre les animaux en expérience. Or, en observant ainsi pendant des semaines les mêmes individus, nous avons pu nous assurer de l'action bien réelle de causes spéciales, temporaires, tenant au milieu, qui viennent parfois, dans la même vasque à fond brun ou clair, modifier la valeur de l'écart entre le ton de la partie paralysée et du reste de la peau sur tous les animaux en même temps.

Cette influence est très-nettement accusée dans l'observation suivante :

28e *Expérience.* — Le 9 septembre deux Turbots longs de 12 à 15 centimètres, l'un granité, l'autre maculé, sont opérés le matin à neuf heures. Tous deux étaient dans d'excellentes conditions pour changer rapidement de couleur. Ils avaient été pris sur fond brun et devaient pâlir rapidement quand on les porterait sur le sable. Les opérations n'étaient point graves et ne pouvaient créer un état morbide capable d'influencer la fonction chromatique. Le soir à cinq heures et demie, quoiqu'ils aient été opérés et placés sur le sable depuis le matin, ils ont fort peu changé et sont encore foncés plutôt que pâles.

En même temps que ces deux Turbots, j'en avais mis dans la même vasque sablée un autre long de 12 centimètres, éborgné depuis plusieurs jours et qui avait été maintenu depuis sur fond brun. On devait également s'attendre à le voir changer rapidement de couleur : il n'en fut rien. Après sept heures écoulées ce Turbot est exactement de la teinte moyenne d'un aveugle placé sur le même fond de sable.

Ce triple résultat presque négatif me surprit. Le temps, ce jour-là, était exceptionnellement sombre et froid, la température avait baissé, et la pluie ne cessa pas de tomber. Si la différence

mètres, à peu près au niveau du tiers moyen de la longueur du corps. J'avais essayé de le prendre, sans y réussir, et diagnostiqué une lésion soit de la moelle, soit du grand sympathique à ce niveau. Il n'est pas impossible, mais je n'en eus pas la preuve, que ce Turbot fût un de ceux que j'avais opérés l'année précédente. — L'année suivante, c'est-à-dire en avril 1873, je reparlai de ce Turbot, désigné comme ayant « une cravate ». On me dit qu'on ne l'avait point pêché, et d'autre part on ne le distinguait plus dans le bassin. A cette époque (avril 1873), un Turbot fut pris au hasard, pour être expédié à la vente. J'étais présent. L'animal tiré sur les dalles devint, comme cela est l'ordinaire, très-foncé ; il était de nuance verte. Mais on vit, en même temps, se dessiner une bande profondément limitée, presque absolument noire, occupant l'ancienne place de « la cravate » pâle alors. Il était impossible de douter que ce Turbot ne fût le même. Je ne pus distinguer aucune cicatrice ni d'un côté ni de l'autre. L'examen anatomique interne ne fut pas fait. »

entre la quantité de lumière de chaque jour est peu remarquée par nous, ou du moins ne nous frappe que quand nous avons un emploi quelconque à faire de cette lumière qui manque, on peut admettre que cette différence affecte plus sensiblement certains animaux; on peut admettre que la rétraction habituelle des chromoblastes n'avait pas eu lieu ce jour-là complétement chez les Turbots, par suite du peu d'intensité des radiations lumineuses émises par le sable lui-même. Nous devons ajouter que le jour même, d'autres Turbots tout pareils, portés à la place des précédents d'un fond de sable sur un fond sombre, prirent rapidement la valeur de celui-ci presque à vue d'œil.

Mais c'est surtout en observant concurremment un certain nombre d'animaux opérés de sections nerveuses, placés ensemble dans une vasque à fond brun, qu'on peut constater ces écarts dans la valeur relative des parties paralysées et non paralysées, sous les influences encore mal déterminées dont nous parlons. Les circonstances n'ont pas cessé d'être les mêmes; tout au plus pourrait-on admettre qu'à certains jours, à certaines heures, l'eau coula plus abondamment ou plus fraîche, ou plus aérée dans les vasques. Les animaux étaient, en général, gorgés de nourriture et tous en fort bon point. Comme ils étaient sur fond brun, ils étaient tous très-foncés, quoique dans des nuances différentes, les uns tirant au vert et les autres au roux; la taille n'était pas la même pour tous et non plus la disposition des taches, les uns appartenant à la variété granitée, les autres à la maculée; tous enfin avaient été opérés de sections nerveuses et offraient des paralysies locales plus ou moins étendues.

Or, à certains jours, sans aucun changement apparent dans les conditions où vivaient les animaux, la région paralysée se détachait nettement en clair sur la teinte générale du corps, et d'autres jours ou seulement quelques heures plus tard, cette région était à peine distincte ou même ne l'était plus. Il suffira ici de relever les notes extraites de notre journal, qui feront, mieux que toute indication générale, apprécier la réalité de changements dont nous parlons.

Le 10 septembre 1871, vers midi, les parties paralysées des Tur-

bots vivant sur fond sombre, qui devraient se détacher en clair, sont à peine visibles. Elles l'étaient davantage dans la matinée, où le temps était plus clair. Elles deviennent très-visibles cependant dès qu'on tourmente l'animal. Vers deux ou trois heures elles redeviennent parfaitement nettes.

Le 18, le contraste entre la couleur de la peau et les parties pâles est beaucoup plus marqué le matin que dans le milieu du jour.

Le 23, le temps est couvert; les taches sont très-visibles en pâle.

Le 26, quoique le temps soit sombre sur les cinq heures du soir, les taches des Turbots opérés sont à peine sensibles, contrairement à ce qu'on observait la veille.

Le 27, il fait très-sombre; les différences de coloration sont très-peu accusées. On constate, une fois de plus, que l'influence est bien générale.

Le 28 au matin, les taches sont à peine marquées; elles sont, le soir, extrêmement apparentes.

Malgré une seule exception qui se produisit le 27 sur un seul des animaux en expérience, et qu'il faut évidemment attribuer à une cause individuelle, la généralité du phénomène et l'extériorité de la cause dont il dépend, ne sauraient être mises en doute. Quant à attribuer comme cause immédiate de ces changements l'état lumineux de l'atmosphère, c'est une hypothèse qu'il reste à vérifier. D'autres expériences poursuivies depuis cette époque dans un but différent ne rendraient point invraisemblable que la pression barométrique y ait une part, sans doute en modifiant la tension des gaz contenus dans l'eau de mer (1).

(1) Pour le 10 septembre, en particulier, jour où débute la série d'observations en question, nous trouvons que la pression moyenne rapportée à zéro et au niveau de la mer pour Brest était seulement de 752,3 (renseignements communiqués par M. de Kermarec). Nous n'avons point la courbe des pressions jusqu'au 28 septembre, mais il est probable que celles-ci n'ont pas cessé d'être très-basses; on remarquera, au reste, que nous avions, dès l'origine, attribué les perturbations signalées au peu d'intensité de la lumière émise par le ciel; et que, dans le N.-O. de la France, ce peu d'intensité concorde généralement avec les dépressions de la colonne mercurielle.

IV. — LA FONCTION CHROMATIQUE CHEZ LES CRUSTACÉS.

Les changements de couleur qu'on observe chez les poissons existent d'une manière tout aussi manifeste et se produisent d'après des lois identiques chez les articulés. Souvent ils présentent la complication que nous avons signalée chez le Callionyme. Nos observations ont porté principalement sur le Palémon (*P. serratus*), et sur le Crangon (*C. vulgaris*). Elles ont été faites comme les précédentes, à Concarneau, dans les mois de janvier et de février 1872, alors que la pêche à la crevette est dans toute son activité.

Les procédés employés ont été généralement les mêmes. Nous devons signaler toutefois un avantage particulier qu'offre chez ces animaux la multiplicité des membres. On peut toujours, en enlevant un de ceux-ci que l'on conserve par des procédés convenables, comparer l'animal à lui-même à deux moments successifs. Il suffit de comparer le membre coupé quand l'animal était pâle, par exemple, au membre correspondant observé sur l'animal quand il est devenu foncé.

Palémon. — Les changements de couleur des Palémons, bien connus des pêcheurs, ont échappé à R. Warrington, qui a cependant publié sur cet animal des observations très-précises (1).

Les individus retenus en captivité, pendant quelque temps dans les viviers de Concarneau, se montrent, quand on les ramène avec le filet, teintés de différentes nuances, les uns plus rouges, les autres bruns ou bleuâtres ou marqués de jaune. Les animaux, en cet état, ne peuvent servir d'une manière efficace à des études qui doivent toujours être faites sur un certain nombre de sujets à la fois et sur des sujets essentiellement comparables. Il est donc nécessaire de prendre des individus pêchés en mer, provenant autant que possible du même casier ou du même coup de drague. C'est, on le voit, des conditions analogues à celles que nous avons indiquées pour les poissons et en particulier pour les Gobies.

(1) *Observ. on the Nat. Hist. and Habits of the Common Prawn* (P. serratus). Dans *Ann. and. Mag. of Nat. Hist.*, 1855, t. XV, p. 247.

On doit ensuite chercher à simplifier le problème en restreignant le nombre des combinaisons chromatiques possible, et pour cela il convient de rejeter les individus de grande taille, chez lesquels on commence à découvrir à l'œil nu de larges chromoblastes jaunes étalés, soit de chaque côté des anneaux du corps, soit au voisinage des articulations des membres.

Les individus sur lesquels nous avons fait nos expériences mesuraient, en général, de 3 à 4 centimètres de long. Sur les animaux de cette taille, on peut réduire à *trois* les conditions de coloration qu'ils offrent.

1° Un premier état est celui où les chromoblastes rouges sont à leur maximum de rétraction, et où il n'existe point de pigment bleu (1). Alors l'animal est d'un jaune sale, apparence due surtout à l'épaisseur de la couche chitineuse. Il est transparent. On ne devine nulle part l'existence de pigment rouge, excepté sur et entre les pédicules des yeux où les chromoblastes rouges paraissent rester à peu près constamment dilatés. Nous désignerons cet état sous le nom d'*état négatif*, comme étant celui où la couleur propre des tissus de l'animal est le moins modifiée. Nous désignerons de même tout crustacé offrant la couleur la moins foncée possible.

2° Un second état pour le Palémon est celui dans lequel les chromoblastes sont comme précédemment au maximum de rétraction, mais dans lequel on trouve autour d'eux les tissus imprégnés de pigment bleu qui donne à l'animal une coloration bleuâtre transparente, ayant parfois une certaine intensité. C'est ce que nous appellerons l'*état bleu*.

3° Un troisième état enfin est celui dans lequel les chromoblastes rouges du Palémon sont plus ou moins dilatés ; alors ils dessinent sur les anneaux et le céphalothorax des lignes de points bruns ; ils sont, en général, plus rouges au voisinage des articulations. Cette teinte rouge ou brune dépend de la quantité de pigment bleu déposée au voisinage des ramifications de l'élément contractile. L'intervalle entre les lignes de points dont nous parlons

(1) Voy. ci-dessus, mai-juin 1873 : *Recherches anatomiques sur la coloration bleue des crustacés.*

est ponctué à son tour de chromoblastes moins volumineux et moins rapprochés, offrant également la teinte brune, résultant de l'adjonction de pigment bleu. On conçoit, au surplus, que les chromoblastes rouges pouvant être plus ou moins dilatés, cet état que nous appellerons *état positif* puisse offrir de grandes variétés, depuis un coloris légèrement rosé jusqu'au rouge vif par absence ou rareté de pigment bleu, que l'on constate souvent sur les plaques caudales.

Le procédé expérimental auquel nous nous sommes finalement arrêté pour étudier l'influence actinique du milieu est des plus simples. Dans un appartement tranquille, où l'on n'entrait point, nous avons disposé devant une fenêtre un certain nombre de plats creux, les uns de faïence vernie, représentant les fonds blancs, les autres exactement pareils, mais dont le fond était peint en noir. A la vérité, on distingue mal l'état positif ou négatif d'un Palémon dans un plat ainsi peint en noir. Mais ces fonds unis et sans réflexions multiples nous ont paru en somme avoir de grands avantages sur les vases de verre enveloppés d'étoffes de couleur. Ce dernier procédé ne doit être employé que quand on veut pouvoir instantanément placer les animaux à comparer sur le même fond, sans les troubler, afin d'apprécier des différences de coloration peu considérables ou très-fugitives. Mais ce n'était pas le cas dans les recherches que nous entreprenions sur les Palémons. Pour comparer un individu placé sur fond noir à un autre, on peut verser simplement celui-là avec l'eau, dans le vase où est celui-ci, ou bien l'y porter en le prenant par les antennes. Les Palémons vivent très-bien dans ces conditions, pourvu qu'on ait soin de renouveler l'eau deux fois par jour environ en hiver et de les bien nourrir. Il faut seulement recouvrir d'une plaque de verre les plats où sont des animaux que l'on tient à conserver. Sans cela, ils peuvent sauter en dehors.

Un premier fait constant pour le Palémon, c'est que la qualité plus ou moins éclairante du fond réagit sur l'état de dilatation des chromoblastes, en sorte que sur un fond obscur les animaux sont en état positif et retombent vite à l'état bleu, puis négatif si on les remet sur fond clair. Des Palémons gardés dans un plat

blanc y restent indéfiniment à l'état négatif, sans que rien chez eux amène la dilatation des chromoblastes, sauf la présence ou le voisinage d'un corps peu éclairé : ce dernier peut être un autre individu en état actif.

Nous empruntons à une de nos expériences l'exemple d'un Palémon resté ainsi en état négatif pendant plusieurs semaines.

29e *Expérience.* — Le 22 janvier 1872 six Palémons sont apportés dans un panier, ils sont en état positif, comme c'est le cas ordinaire dans ces conditions. Mis sur du sable dans une cuvette de verre, ils deviennent négatifs. Trois d'entre eux, placés dans une seconde cuvette de verre enveloppée de papier noir sont trouvés tous les trois à cinq heures du soir en état positif.

Le lendemain 23, à sept heures, ces trois Palémons remis sur fond blanc changent rapidement; à onze heures et demi ils sont négatifs. — Ils sont placés de nouveau sur fond noir et couverts d'une étoffe noire: une heure après ils sont redevenus positifs.

A partir de ce moment 23 janvier, un de ces Palémons est laissé sur fond blanc et reste absolument négatif jusqu'au 12 février, c'est-à-dire 18 jours. Le 12 février il change de peau et paraît avoir une certaine tendance à devenir positif. Il est mis sur fond noir; au bout de deux heures il est en état positif, violacé. Les grandes antennes sont légèrement bleuâtres et les articles des membres sont d'un bleu franc. Il est alors replacé sur fond blanc. Le lendemain il est absolument incolore, sans trace de bleu, et reste ainsi négatif jusqu'au 29 février, moment où finit l'observation.

Nous avons cité cet exemple, parce qu'il offre une durée relativement longue sans changements de coloration, et nous entendons ici, sans le moindre changement. Tous les crustacés qui subissent les mêmes influences actiniques que les Palémons ne les subissent pas d'une manière aussi régulière, aussi nette. On peut comparer ces derniers sous ce rapport aux Turbots, de même que d'autres crustacés, tels que la Chevrette grise (*Crangon vulgaris*), semblent parfois, ainsi que nous le verrons, obéir à des influences intérieures comparables à celles que nous avons signalées comme venant compliquer la fonction chromatique chez les Gobies.

Les qualités actiniques du fond ont donc une incontestable influence sur l'état de dilatation ou de retrait des chromoblastes. Il resterait, à la vérité, à rechercher — comme d'ailleurs pour les poissons — quelle valeur exacte il convient de donner à ce

mot *fond* que nous employons dans son acception vulgaire. Il paraît certain toutefois que le fond proprement dit ou *le sol* sur lequel repose l'animal a la plus grande part d'influence. En disposant au-dessus d'un plat blanc dans lequel vivent des Palémons complétement négatifs, un écran noir qui recouvre un quadrant complet, on les voit affecter de se tenir au-dessous de celui-ci, et cependant ne rien perdre en même temps de leur état négatif. L'écran était disposé du côté opposé à celui d'où venait la lumière.

Nous n'avons pu constater chez les crustacés que l'habitude ait ici l'influence signalée plus haut chez le Turbot. Après dix-huit jours, la dilatation des chromoblastes s'est faite avec autant d'aisance que si elle venait d'avoir lieu. Toutefois il convient de signaler une différence anatomique qui pourrait expliquer cela. Les chromoblastes des crustacés ne sont pas ordinairement, comme chez les vertébrés, inclus dans un tissu plus ou moins dense formé d'éléments entre lesquels le sarcode doit plus ou moins facilement se frayer un passage. Les chromoblastes des articulés tapissent, la plupart du temps, des cavités pleines d'humeurs, et sur les parois desquelles ils s'étalent sans avoir les mêmes résistances à surmonter.

Nous parlerons plus loin des changements de coloration du Crangon, qui sont plus complexes. Mais nous avons rencontré des faits exactement comparables à ceux qu'offre le Palémon sur un autre crustacé tout voisin (*Pasiphæa* ?).

30e *Expérience.* — On nous apporte un individu de cette espèce pêché avec des Palémons. L'animal est d'un jaune pâle et sale, se rapprochant de la couleur indécise qu'ont les larves de libellule, moins la transparence. Les Palémons, au milieu desquels l'animal est apporté, sont tous plus ou moins positifs, ce qui pouvait porter à croire que cette coloration jaunâtre n'était point un état négatif. Toutefois, au microscope, on découvre sur une patte de petits chromoblastes rouges rétractés. L'animal fut aussitôt mis sur fond noir où il devint le jour même d'un beau rose. Replacé sur fond blanc, il fallut deux jours pour que les chromoblastes reprissent leur état de rétraction maximum, et pour que l'animal revînt à l'état où on l'avait apporté, c'est-à-dire complétement négatif.

Il est alors remis sur fond noir et le lendemain il est rose, mais la teinte

est moins générale, l'animal a d'ailleurs subi plusieurs ablations de membres et paraît affaibli.

Néanmoins on le replace encore sur fond blanc, où il revient encore en 24 heures à l'état négatif, sans avoir passé cette fois ni les autres par l'état bleu.

Le Palémon, au contraire, présente constamment l'état bleu en passant de l'état actif à l'état négatif. Le pigment bleu, qui apparaît dans les tissus, autour des ramifications des chromoblastes rouges dilatés, ne disparaît pas aussitôt qu'ils se rétractent; il persiste un certain temps dans les éléments qu'il imprégnait, puis peu à peu on n'en découvre plus. Jamais il ne se montre quand l'animal de l'état clair passe à l'état foncé. Nous avons signalé ailleurs (1) les points principaux de l'histoire de ce pigment.

On trouve chez le Palémon un certain nombre de chromoblastes jaunes associés aux chromoblastes rouges dès l'œuf, et alors que le vitellus fait encore environ les deux tiers de la masse de celui-ci. Chez le Palémon arrivé à une certaine taille, la coloration des chromoblastes varie du jaune pur au rouge pur. Le pigment mélanique grenu paraît rare, combiné avec le sarcode : on trouve seulement vers le bord externe des lames céphaliques, en dessus, des granulations qui appartiennent peut-être à cette variété, mais qui ne paraissent reliées à l'existence d'aucun élément anatomique spécial : elles sont éparses dans tout l'hypoderme et doivent être les analogues des granulations qui donnent aux balanes et aux anatifes la coloration brune qu'offrent ces animaux au-dessous du test, dans les parties où le tégument est mince.

Les chromoblastes jaunes du Palémon ne suivent point les mouvements des chromoblastes rouges. Ils ont, en quelque sorte, une physiologie spéciale. Nous retrouverons chez le Crangon un exemple de complication de la fonction chromatique tout semblable à celui que nous avons signalé chez le Callionyme. Ces chromoblastes jaunes du Palémon peuvent atteindre de très-grandes dimensions et devenir nettement visibles à l'œil nu.

(1) Voy. année 1873 de ce journal, *loc. cit.*

Quand on les examine au microscope binoculaire, leurs prolongements partant d'un centre commun se montrent ramifiés de tous côtés comme une broussaille. On distingue souvent au centre de celle-ci, au point de départ même des branches, un chromoblaste rouge rétracté, mais qui peut aussi, sous certaines influences, mêler ses expansions à celles du chromoblaste jaune, de manière à rendre l'analyse de l'ensemble assez difficile. Nous avons signalé chez le Crangon (voy. p. 24) un cas plus complexe encore de cette gémination cellulaire.

Entre les chromoblastes jaunes et les chromoblastes rouges du Palémon, on peut observer des éléments dont la couleur orangée est intermédiaire à celle des deux variétés extrêmes. On trouve enfin, dans les tissus du Palémon, des gouttelettes à bords foncés, brillantes au centre, tantôt rouges et tantôt jaunes, souvent les deux nuances associées l'une près de l'autre; ces gouttes jaunes, rouges ou de teinte intermédiaire, ont toujours plus d'éclat, ainsi que nous l'avons dit, que la matière colorante combinée avec le sarcode des chromoblastes. On peut également découvrir dans le tissu hypodermique des gouttelettes bleues, mais qui n'ont rien de commun, indépendamment de la couleur, avec les précédentes, soit par leur distribution, soit par leurs qualités physiques de réfringence, etc.

Le même rapport de voisinage entre un pigment diffus appartenant au groupe cyanique et les chromoblastes rouges se retrouve chez un certain nombre d'autres crustacés. Nous l'avons signalé chez les jeunes Homards qui sont bleus ou *verts* (bleu et jaune) quand leurs chromoblastes rouges sont rétractés. Seulement ici cette coloration nous a paru fixe. Elle n'a pas le caractères passager que présente l'*état bleu* des Palémons. La nuance verte, dans ce cas, semble simplement due à la combinaison de la couleur jaune du test quand approche la mue, avec la couleur bleue généralisée dans les tissus profonds. On trouve parfois la même couleur verte chez le Palémon, due à la même cause, surtout au dos où le test est épais et très-jaune.

L'*Hippolyte* présente à ce point de vue une particularité non moins remarquable. La coloration bleue ou verte des tissus pro-

fonds est permanente comme chez ce jeune Homard; comme les chromoblastes sont petits, peu nombreux et assez peu expansibles, ils n'arrivent qu'à modifier faiblement la couleur : l'animal n'apparaît jamais rouge; il passe seulement du bleu ou du vert au brun rougeâtre. Un dernier fait non moins significatif dans l'histoire de cette relation des pigments rouge et bleu est encore offert par ce crustacé : la large raie blanche qu'il porte le long de son dos est due à la présence de chromoblastes jaunes et à l'absence au même niveau de toute coloration bleue; tandis que celle-ci se montre de chaque côté, aussitôt que les chromoblastes rouges reparaissent nombreux.

Influence des nerfs. — Ce point établi : que le fond exerce une influence sur l'état de contraction ou de dilatation des chromoblastes des crustacés, nous devions rechercher si les yeux composés de ces animaux allaient être, comme l'œil simple des poissons, les régulateurs de la fonction.

Le Palémon auquel on a pratiqué l'ablation des yeux (1) passe et reste en *état positif*, comme s'il était sur fond noir. Le Palémon résiste assez bien à l'opération. Il nous a paru la supporter d'autant mieux qu'il est de plus grande taille. En opérant des Palémons de petite dimension, tels que ceux que nous avons indiqués comme étant surtout favorables aux expériences sur les modifications de couleur, on voit la mort survenir assez souvent. Nous avons pu cependant conserver trois petits Palémons ainsi aveuglés, depuis le 7 jusqu'au 27 février, époque où nous avons

(1) Les Palémons usent peu de la mobilité assez grande des pédicules qui portent leurs yeux. Ils peuvent très-facilement (et le font à chaque contraction de leur queue quand ils fuient en arrière) ramener leurs yeux contre le rostre. C'est encore ainsi que l'animal les place quand on le tient et qu'on fait mine de s'attaquer à ces organes. Le plus ordinairement, les yeux restent divergents. Quand un palémon en marche se dispose à changer de direction en inclinant à droite ou à gauche, son premier acte est de tourner simultanément les deux yeux dans la direction nouvelle qu'il se propose de suivre, en leur faisant décrire un mouvement angulaire rapide et d'ailleurs très-court, car l'œil du côté où se tourne l'animal, déjà divergent, est presque aussitôt arrêté par une saillie du test, et l'autre œil ne vient en dedans, où il a cependant toute latitude, que d'une quantité égale. C'est là encore un argument en faveur de cette opinion que les yeux-mosaïques des insectes ne sont point des appareils dioptriques et que chacun d'eux est comparable à un seul élément rétinien, jouant de part et d'autre le rôle des points correspondants de nos deux rétines.

dû les perdre de vue. Nous en avions opéré six sur lesquels trois étaient morts dès la seconde heure.

31e *Expérience.* — Le 7 février 1872, sur six Palémons de petite taille pêchés la veille et maintenus dans un courant d'eau, on pratique l'ablation des yeux avec le plus de soin possible, en veillant à couper nettement la base du pédicule. L'opération est faite à deux heures, à quatre heures cinquante, trois des Palémons sont morts. Les trois qui survivent sont en état positif.

Le 8 ils sont complétement positifs et offrent la posture habituelle aux aveugles (voy. ci-dessous).

Le 9 ils mangent.

Le 12, le 14, le 21 rien de nouveau.

Le 25 un des Palémons semble plus rouge, et les deux autres plus pâles. Un de ces derniers est placé sur fond noir pour 24 heures : au bout de ce temps il ne présente aucune modification appréciable.

Le 26, un nouvel écart de couleur est signalé entre deux des Palémons, comme si l'un avait plus de pigment bleu que l'autre.

Le 27, l'écart est plus accusé. Celui qui était et qui continue d'être plus rouge est tué. Les membres et les plaques internes de la queue sont examinés. Celles-ci en particulier offrent des chromoblastes rouges à l'état d'extrême dilatation; mais au centre de l'organe, l'expansion est loin d'être aussi marquée. On voit des chromoblastes rouges et d'autres jaunes conjugués avec eux, presque complétement rétractés les uns et les autres.

Malgré quelques écarts individuels, l'état constant des chromoblastes sur les Palémons aveuglés, est l'extrême dilatation. Sur un Palémon aveuglé et mort par accident vingt-sept jours après, les chromoblastes rouges des plaques caudales sont en quelque sorte émiettés. Plusieurs ramifications sont terminées en massue, comme si le prolongement sarcodique arrêté dans sa marche par quelque obstacle avait continué de couler sur lui-même. La plupart des prolongements sont extrêmement rameux et enlacent leurs branches. Dans certains cas, il semble même que le centre commun ait disparu pour faire place à un enchevêtrement mutuel, sur lequel on aperçoit un certain nombre de noyaux, mais sans que nous puissions dire si cette multiplication réelle ou apparente des noyaux est, dans ce cas particulier, une conséquence de l'ablation des yeux et de la dilatation prolongée de l'élément.

Ce Palémon aveuglé avait été maintenu sur fond blanc pendant les vingt-sept jours qu'il vécut ; il n'a pas cessé un instant d'être en état positif des plus caractérisés. Il en fut de même d'un autre un peu plus grand que nous conservâmes du 24 janvier au 27 février, soit trente-quatre jours, après quoi on le tua.

Ce Palémon avait changé de peau le 12 février, treize jours par conséquent après l'opération (1). La mue mit à découvert des bourgeons d'yeux qui se seraient probablement complétés avec rapidité aux mues suivantes. L'animal avait antérieurement subi des sévices et portait, quand nous l'avons aveuglé, les premiers rudiments de membres de remplacement. La mue, dont nous parlons, les montra beaucoup plus développés avec tous les articles nettement visibles. Toutefois ils restèrent encore immobiles, au moins dans les premiers jours. Ils étaient complétement négatifs, mais on y vit peu à peu se développer des chromoblastes rouges. Le premier apparut à la base des deux pièces de la grosse pince terminale. Le 27 février, au moment où cessa l'expérience, il y en avait sur tous les articles de ces pattes en régénération. Ces chromoblastes de nouvelle formation étaient à l'état d'expansion extrême, très-pâles, avec des ramifications très-grêles s'étendant à une grande distance, et présentant ainsi des anastomoses entre elles. Les yeux restèrent jusqu'à la fin de l'expérience sans trace de pigment.

On peut observer sur les Palémons aveuglés, aussi bien que sur les Turbots, de légers écarts de coloration, qu'il est assez difcile de mesurer, parce que les points de comparaison font défaut. C'est ainsi qu'il nous a paru, pendant un certain temps, que le gros Palémon aveuglé dont nous venons de parler était devenu progressivement de plus en plus pâle, puisqu'il avait repris, quelque temps après la mue et quand déjà existaient des bourgeons oculaires, toute l'intensité primitive de sa couleur.

Tandis que le Crangon ne survit que très-difficilement à l'abla-

(2) R. Warrington, *loc. cit.*, estime que les mues se succèdent, même en captivité, à trente jours de distance au plus. La moyenne du temps qui les sépare est probablement moindre. On a un signe certain de leur approche dans la formation d'une marge rousse sur le bord des plaques caudales, due aux étuis dans lesquels se développent les plumales du nouveau test.

tion des yeux, celle-ci, moins dangereuse pour le Palémon, semble également le gêner fort peu. Il continue de vivre comme par le passé, trouvant la nourriture qu'on lui jette avec une grande aisance et se bataillant parfois pour elle contre ses compagnons aveugles ou voyants. La cicatrisation des plaies se fait vite. Enfin, outre la couleur foncée, l'animal aveuglé offre un changement d'attitude tout particulier. A l'état normal, le Palémon, surtout quand il est jeune, affecte une posture invariable, soit qu'il repose sur le fond horizontal du bassin où il vit, soit qu'il se tienne accroché aux parois, et de quelque côté que vienne la lumière. Il porte le céphalothorax relevé ; le plan des lames céphaliques prolongé en arrière va rejoindre le sol au voisinage de la queue ; l'abdomen est cambré à partir du premier anneau, et les plaques caudales étalées reposent par leurs extrémités sur le même plan que les pattes. Dès que l'ablation des yeux a été pratiquée, le Palémon prend une attitude nouvelle. Nous l'avons observée constamment et vue persister tout le temps chez les individus que nous avons gardés aveugles plus de cinq semaines. Nous n'avons noté qu'un seul cas où elle ne se voit pas présentée : c'était sur un individu qui, antérieurement à l'ablation des yeux, avait subi la section de la moelle abdominale. Dans cette attitude nouvelle des Palémons aveugles, la tête n'est plus relevée : le céphalothorax est plutôt incliné en avant ; l'abdomen continue la direction du céphalothorax ; il décrit le même arc de cercle que d'habitude, mais celui-ci n'aboutit plus au plan sur lequel repose l'animal. Les plaques caudales sont tenues distantes du sol presque autant que la tête. L'animal semble s'être relevé sur ses membres postérieurs tandis que les antérieurs ont fléchi. Quant à la raison qui détermine cette posture il nous est impossible de l'indiquer.

Un point important à propos du procédé pour pratiquer l'ablation des yeux du Palémon est d'avoir soin de couper le pédicule avec des ciseaux bien tranchants, le plus près possible de son insertion, là où il est le plus étroit. Faute d'opérer ainsi, on éprouve des contre-temps. Nous avions d'abord songé à pratiquer l'écrasement du bulbe nerveux qui sert de soutien aux éléments de l'œil-mosaïque, mais nous pûmes constater que l'on

provoque ainsi, à coup sur, des accidents nerveux spéciaux : on fait perdre à l'animal la coordination de ses mouvements ; il devient ataxique. Pour arriver sûrement à ce résultat, il ne faut pas écraser violemment les bulbes, ce qui équivaut à une véritable destruction ; il faut faire avec les mors d'une pince des compressions d'abord ménagées, puis plus énergiques, qui désorganisent l'intérieur du pédicule et de l'œil sans entamer le tégument. Si l'on jette alors l'animal dans l'eau, on s'aperçoit aussitôt qu'il ne se dirige plus et qu'il n'a plus son équilibre. Il va au hasard, nageant sur le dos ou sur le côté indifféremment. Il tourne sur lui-même et prend dans l'eau un mouvement de manége parfois à rayon très-court, tout en gardant une position telle que l'axe du corps est presque vertical.

Un Palémon ainsi opéré de l'écrasement des bulbes le 7 février a vécu en montrant toujours les mêmes accidents jusqu'au 13, et aurait sans doute pu vivre encore ; il a sauté du plat où il était en observation. Faut-il attribuer à la lésion du bulbe oculaire lui-même ces troubles de locomotion ? Nous avons pu nous assurer qu'on ne les faisait pas cesser en coupant ensuite le pédicule de l'œil. L'explication probable est qu'en comprimant le bulbe et l'œil renfermés dans l'enveloppe inextensible où ils sont placés, on en refoule la substance de proche en proche par le nerf optique jusqu'aux ganglions cérébraux qui sont ainsi lésés dans une certaine mesure, et par suite donnent naissance aux phénomènes ataxiques signalés.

L'ablation des yeux chez les crustacés ou du moins chez le Palémon, comme chez le Turbot, amène donc une paralysie relative des chromoblastes. Il restait à rechercher, comme chez le Turbot, quel chemin suit l'influence partie des ganglions cérébroïdes. Mais nos tentatives pour éclaircir ce point sont restées complétement infructueuses. Nous avons d'abord essayé de sectionner le cordon abdominal à différentes hauteurs, entre deux anneaux. Les animaux, quand l'opération est bien faite, résistent facilement ; la plaie se cicatrise. Les muscles situés en arrière de la section sont visiblement paralysés, mais ne deviennent pas opaques et ne prennent point l'aspect laiteux qu'ils

offrent après d'autres lésions. Les chromoblastes continuent de se dilater et de se rétracter par les influences habituelles, au-dessous comme au-dessus de la section. Il n'y a donc aucun changement.

Nous avons cherché si l'on pourrait amener un trouble unilatéral de la fonction, soit par l'ablation d'un seul œil, soit par la section d'un des connectifs, que l'on pratique aisément dans le sillon qui limite l'éminence triangulaire surmontant la lèvre. Toutes ces tentatives ne nous ont donné aucun résultat.

Nous avons voulu essayer alors de couper les fibres nerveuses décrites comme descendant sur les parois du vaisseau dorsal. On peut constater tout d'abord que la section de celui-ci abolit la fonction chromatique ; mais en même temps que les chromoblastes sont certainement immobilisés, on voit survenir un état laiteux de toutes les parties situées en arrière de la lésion. Les muscles offrent cet aspect en même temps qu'ils deviennent incapables d'aucune contraction ; puis, au bout d'un certain temps, l'animal meurt.

Après la section du vaisseau dorsal entre les anneaux de la queue, on observe parfois sur le premier qui suit la lésion une paralysie unilatérale. C'est-à-dire que d'un côté les chromoblastes s'y comportent comme au céphalothorax et aux anneaux au-dessus de la section, et de l'autre côté du même anneau, comme sur le reste de l'abdomen en arrière. Il semble d'ailleurs qu'il y ait à la suite de cette opération véritable nécrose plutôt que paralysie de la région postérieure à la lésion, car parfois elle prend la coloration rouge caractéristique (analogue à celle de la cuisson) que développe la mort. Quoique ces expériences ne nous aient fourni aucun résultat important pour le but que nous avions en vue, nous croyons devoir rapporter la suivante :

32e *Expérience.* — Le 26 janvier 1872 un certain nombre de Palémons adultes, pêchés dans le vivier, sont opérés entre les anneaux de la section du vaisseau dorsal.

Le 27 janvier deux seulement survivent. Un d'eux se tient sur ses pattes, se déplace, il peut même imprimer encore de faibles secousses à son abdomen. Sur tout le céphalothorax les chromoblastes sont dilatés ; ils le sont également sur tout le premier anneau, mais seulement sur la moitié droite du second. Ils sont également dilatés sur une faible étendue

du troisième anneau, toujours à droite. Au contraire les chromoblastes des autres portions de ces anneaux et des suivants sont rétractés, et la masse musculaire correspondante offre un aspect laiteux opaque.

Les 28 et 29 janvier le contraste persiste.

Le 30 janvier, la délimitation entre la partie en état positif et le reste est absolument nette. Le premier anneau est positif comme le céphalothorax, la moitié droite du second, et une partie du troisième du même côté. En dehors de ces régions les tissus sont laiteux, peut-être déjà morts.

Le 2 février l'animal paraît très-faible, l'extrémité du corps offre la teinte rose de la chevrette cuite, peu foncée.

Le 3 février l'animal est trouvé mort.

Crangon. — Nous avons dit plus haut que chez le Crangon, l'effet des influences actiniques du milieu était tout aussi sensible que chez le Palémon : elles sont seulement d'une étude plus délicate, probablement en raison d'une activité cérébrale plus grande. Il semble qu'on puisse, sous ce rapport, rapprocher le Palémon du Turbot, et le Crangon du *Gobius niger*. Les écarts qui se produisent dans les expériences ne peuvent toutefois en modifier le caractère général.

Mais de plus, la fonction chromatique chez le Crangon offre une complication spéciale de même ordre que celle que nous avons signalée chez le Callionyme lyre. Nous sommes en présence de deux ordres de chromoblastes de couleur différente, se contractant ou se dilatant sous des influences inverses. Nous ne retrouvons pas ici d'état négatif proprement dit, dans lequel tous les chromoblates de l'animal soient contractés à la fois.

On a vu plus haut, dans la partie anatomique, qu'il existait chez le crangon trois sortes de chromoblastes : des rouges (qui comptent à peine), des jaunes et des violets. Il n'y a pas formation de pigment bleu, ce qui semble en rapport avec le petit nombre et le peu d'importance des chromoblastes rouges. Si maintenant l'on examine ce qui se passe dans les chromoblastes d'un crangon mis alternativement sur fond clair et sur fond obscur, ce que l'on observe ne concorde plus du tout avec ce que nous avons vu chez le palémon. Les différentes phases des changements peuvent d'ailleur être facilement suivies avec une loupe et presque à l'œil nu, tant les éléments dont la dilatation ou le retrait réciproques causent ces changements sont volumineux.

Il faut distinguer chez le Crangon certaines régions où les phénomènes qui modifient la couleur, et par suite les différences qu'offre celle-ci, ne sont pas les mêmes, ainsi d'une part les plaques caudales, et de l'autre les pattes, les fausses pattes, etc... Nous commencerons par les plaques caudales. Celles-ci peuvent passer d'une sorte de transparence avec un fin piqueté noir à une teinte violette foncée, étendue sur toute la plaque comme un lavis. Si l'on recherche avec le microscope la raison de ce double aspect, on trouve que dans le premier les chromoblastes jaunes sont à un certain état de dilatation qui n'arrive point à masquer complétement la transparence des tissus profonds, tandis que les chromoblates violets sont en état complet de rétraction. On les voit appliqués comme des points noirs sur l'origine des gros troncs des chromoblastes jaunes.

Quand les plaques caudales présentent la seconde apparence (violet foncé), on trouve au contraire les chromoblastes violets dilatés extraordinairement et formant tous ensemble un réseau inextricable dont les mailles mesurent à peu près le diamètre des cellules hypodermiques. Il est évident que la substance sarcodique s'est répandue dans les sillons qui séparent ces cellules, et l'on peut s'assurer qu'elle se confond et qu'il y a continuité d'un chromoblaste à l'autre.

La distinction anatomique entre ces deux états des plaques caudales est des plus nettes et des plus aisées à constater. Toutefois, quand on veut conserver dans le sucre incristallisable des préparations qui la montrent, on voit que ni l'une ni l'autre des deux dispositions opposées ne restent entièrement ce qu'elles étaient. La lame caudale transparente devient plus foncée, surtout vers les bords, par la dilatation des chromoblastes de cette région; tandis que la lame violette au contraire perd un peu de sa nuance par suite du retrait partiel des mêmes chromoblastes.

Aux fausses pattes, aux antennes, aux pattes et, d'une manière générale, sur tous les appendices du corps, sauf les plaques candales, les apparences extrêmes observées ne sont pas les mêmes, en raison d'une structure anatomique un peu différente. Quand l'animal est sur fond clair, ces parties, au lieu d'être transparentes comme les lames caudales, ont une couleur blanchâtre

et mate avec de petites taches noires mal circonscrites. A la loupe, il n'est pas difficile de reconnaître que ces taches, fondues sur leurs bords, ne sont rien autre chose que des chromoblastes violets en état d'expansion. Quant au fond blanc et mat, le microscope montre que sa coloration est due à une expansion extrême des chromoblastes jaunes, dont les ramifications forment au-dessous de l'hypoderme un réseau continu, d'où provient cette apparence, et sur lequel se détachent les chromoblastes violets en état d'expansion moins prononcée.

Au contraire, quand l'animal devient foncé, pour se mettre en harmonie avec un fond obscur, les membres, les antennes, les fausses pattes en particulier, ont une couleur générale brunâtre avec des points d'un blanc éclatant, parfaitement limités, qui ressortent. Ces points blancs, symétriquement agencés, se voient très-bien à l'œil nu. Avec le microscope, on s'assure que la teinte générale foncée est due à l'expansion des chromoblastes violets, accompagnée de la rétraction maximum des chromoblastes jaunes, dont les plus gros forment ces points blancs qui tranchent sur le fond obscur du tissu.

Il est très-facile, en comparant les appendices symétriques d'un même individu, successivement enlevés quand il est clair et quand il est foncé, de se rendre compte et de démontrer qu'il en est bien ainsi que nous venons de le dire. La comparaison est surtout commode sur les grandes antennes, où l'éloignement, l'isolement des éléments, permettent de donner plus de précision à l'observation : les chromoblastes, espacés les uns des autres dans ces organes, sont violets, jaunes et rouges. Mais les rouges, peu nombreux, à peine ramifiés, n'entrent point en compte et n'influent pas sensiblement sur la coloration.

L'antagonisme que l'on remarque ainsi chez le Crangon, entre les chromoblastes jaunes et les violets, n'est pas général ; il ne s'étend pas uniformément à tous les éléments contractiles de même espèce. Comme le Callionyme, le Crangon prend selon le fond sur lequel il est placé une livrée spéciale. Sur fond clair, par exemple, il arrive que tels chromoblastes jaunes se rétractent et tels autres se dilatent plus ou moins ; de même pour

les violets. Il se passe là une action élective dont nous ne pouvons, dans l'état actuel des sciences biologiques, comprendre ni la portée ni le mécanisme, et qu'il faut se borner à constater en invoquant ces exemples multiples.

En étudiant le développement des groupes de chromoblastes que présente le Crangon dans l'œuf et que nous avons décrit plus haut, nous avions été frappé d'une particularité offerte par ceux de ces groupes qui se trouvent à la naissance des membres. Tandis que les ramifications du chromoblaste violet étaient fort peu étendues et à peu près également en tous sens, celles du chromoblaste jaune s'avançaient constamment fort loin, presque jusqu'à l'extrémité du membre. Nous crûmes d'abord que cette expansion plus grande était une particularité spécifique des chromoblastes jaunes; mais plus tard, alors que nous eûmes constaté l'antagonisme des deux ordres de chromoblastes, notre attention se reporta sur ce point. Tous les œufs examinés par nous étaient ceux de Crangons qui avaient séjourné dans des plats blancs, c'est-à-dire dans des conditions favorables à l'expansion des chromoblastes jaunes et au retrait des violets : il n'était pas impossible que cette simple circonstance expliquât la différence observée dans l'aspect des chromoblastes jaunes et violets de l'embryon.

La plupart des œufs étaient alors éclos et nous ne pûmes, à ce moment, recommencer l'étude comparative du développement de l'embryon sur fond clair et sur fond sombre, pour rechercher si les propriétés actiniques différentes des deux milieux avaient une influence sur le développement des deux ordres d'éléments. Quelques expériences faites, à défaut d'œufs, sur les Crangons qui venaient de naître, nous portèrent à penser qu'une telle recherche aurait pu donner d'importants résultats. Dès la naissance, en effet, les jeunes Crangons sont sensibles à la qualité de l'éclairage du fond. Toutefois, l'observation est alors délicate, parce qu'il faut porter sous le microscope les animaux pour les étudier, et que ce changement suffit à altérer l'état de dilatation relative qu'offraient entre eux, quelques instants auparavant, les éléments contractiles.

Les groupes de chromoblastes qui paraissent à cette époque le plus propres à ce genre de recherche, sont ceux qui accompagnent chacun des ganglions du cordon abdominal. Plusieurs expériences répétées sur des Crangons au premier et au deuxième jour de l'éclosion nous ont démontré que, dès cette époque, selon que le jeune individu se trouve sur fond noir ou sur fond clair, c'est le chromoblaste violet ou le jaune qui se dilate. Ces faits bien constatés, rapprochés de l'aspect offert par les groupes de chromoblastes des membres dans l'œuf, ne permettent guère de douter qu'on puisse établir, même sur l'embryon non éclos, l'influence actinique du milieu.

Enfin, en rapprochant la constitution de l'œil-mosaïque pendant la période embryonnaire de celle qu'offrirait l'œil régénéré des palémons aveuglés quand ils recommencent à être sensibles aux influences du dehors, on pourrait arriver peut-être à déterminer les conditions anatomiques nécessaires à ce genre d'impressionnabilité de l'œil chez les articulés.

V. — Influence de l'obscurité sur la fonction chromatique.

Un fait, dont on est immédiatement frappé dans l'étude de la fonction chromatique, c'est que l'obscurité de la nuit n'a aucune influence sur les changements que présentent les animaux, tandis que l'obscurité artificielle provoque, au contraire, des modifications qui, pour n'être pas constantes ni toujours bien définies, n'en sont pas moins sensibles. Ceci doit être sans doute attribué à une distinction instinctive que fait l'animal entre l'obscurité périodique et nécessaire de toutes les vingt-quatre heures et les conditions accidentelles et variables au milieu desquelles il se trouve placé. Reste à savoir s'il ne serait pas possible d'arriver à tromper et à dévoyer l'instinct, en substituant la périodicité différente d'une lumière artificielle à celle du jour et de la nuit. Nous n'avons point fait d'expérience dans cette direction. Et même, les seules que nous ayons instituées sur l'influence de l'obscurité ont porté sur des animaux tels que les Gobies et les Crangons, extrêmement peu favorables à ce genre de recherches,

en raison des perturbations habituelles de la fonction chromatique dans ces animaux. Nous nous bornerons à relater les faits suivants :

33e *Expérience.* — Le 2 septembre 1871 je place dans un vase suffisamment grand, plein d'eau fraîche, un *Gobius niger* très-sensible. Le vase est placé dans une boîte de bois, tapissée avec autant de soin que possible de papier noir ciré. La boîte fermée est de nouveau enveloppée extérieurement par du papier noir ciré. L'obscurité doit être, si non absolue, au moins très-profonde.

Le 4, le vase est vivement retiré de la boîte. L'animal offre des marbrures noires qui répondent aux zones foncées de beaucoup d'individus quand on les tire de la mer. Les autres parties du corps sont pâles. L'animal mis sur fond blanc devient en quelques minutes complétement pâle.

L'influence de l'obscurité nous a paru mieux accusée chez les crustacés, où les expériences relatées dans notre journal, quoiqu'il s'en trouve aussi de contradictoires, semblent indiquer nettement la réalité de cette influence.

34e *Expérience.* — Deux jeunes Homards, un rouge et un bleu, mis dans l'obscurité (20 juillet 1870) deviennent bleus tous deux. Mis au soleil ils redeviennent rapidement rouges. La même expérience répétée le 24 juillet donne le même résultat.

L'obscurité paraît agir de même sur le Crangon.

35e *Expérience.* — Le 27 février 1871 cinq Crangons pêchés sur un fond couvert de zostères, m'avaient frappé par leur ton noir foncé. Ils furent mis à passer la nuit dans une cruche de terre. Le lendemain ils étaient complétement blancs, au point de frapper par le contraste de leur coloration avec celle de la veille, des personnes étrangères aux recherches que je poursuivais. Ils sont remis dans la même cruche, d'où ils ne sont tirés que le lendemain matin. Ils présentent encore la même coloration mate généralisée, sauf de légères différences d'un animal à l'autre, à peine sensibles.

Il paraîtrait résulter de ces deux dernières expériences que l'obscurité provoquerait, chez le Homard et le Crangon, la rétraction des chromoblastes rouges et violets. Nous ne donnons cependant cette indication que sous toute réserve.

VI. — Rapport entre l'existence des chromoblastes et celle des yeux chez les articulés.

Du moment que les chromoblastes chez les articulés sont placés plus ou moins directement sous la dépendance des impressions reçues par les yeux-mosaïques, il devenait intéressant de rechercher quel rapport existait entre la présence des yeux et l'existence des chromoblastes. Cette recherche pourrait, à la rigueur, être étendue à d'autres animaux encore. Nous avons voulu seulement ici rechercher quels sont les articulés munis d'yeux où les chromoblastes n'existent point, et si ces éléments anatomiques existent chez les articulés réputés aveugles.

1° *Articulés munis d'yeux où les chromoblastes semblent faire défaut.* — Il conviendrait de placer ici, dans le cas où l'on étendrait la recherche à l'embranchement tout entier, la plupart des insectes. Parmi les crustacés, nous signalerons les particularités suivantes :

Il ne paraît point y avoir de chromoblastes dans le *Gammarus*. Il a parfois une teinte très-foncée qui peut aller jusqu'au brun noir. Mais alors celle-ci est uniquement due à des granulations foncées, grosses de 1 μ environ, qui se trouvent mêlées aux éléments de l'hypoderme. Ce n'est pas un fait isolé chez les crustacés : nous avons signalé les mêmes granulations sur certains points du Palémon, on les retrouve chez les balanes et les anatifes.

Les *Daphnies* paraissent n'avoir point de chromoblastes.

Parmi les articulés inférieurs, beaucoup qui ont un seul œil ou deux yeux formés d'un seul élément chacun paraissent n'avoir pas de chromoblastes : ainsi certains *Cyclopes*, et beaucoup de *Lernéens*, entre autres les *Nicothoë*.

Signalons enfin les *Nymphons*, où l'on ne trouve pas de chromoblastes, et où il y a cependant deux yeux, doués d'un éclat particulier comme métallique.

2° *Existe-t-il des chromoblastes dans les articulés qui sont réputés aveugles?* — Nous n'avons point trouvé de chromoblastes

chez différents lernéens, tels que les *Brachielles*, les *Lernéonèmes*, non plus que dans la *Sacculine*.

Nous pouvons ajouter qu'on ne trouve pas davantage d'éléments comparables aux chromoblastes chez la plupart des Helminthes privés d'yeux. Et si l'on rapproche de ces faits la remarque déjà signalée plus haut, que la fonction chromatique et la structure des chromoblastes offrent leur maximum de complication chez les animaux comme les céphalopodes, où l'œil atteint le plus grand volume, on ne peut se refuser à méconnaître qu'une certaine relation de causalité ou de coexistence relie les organes de la vue au système anatomique représenté par les chromoblastes et les chromatophores.

VII. — INFLUENCE DES AGENTS CHIMIQUES.

Nous terminerons ce travail en passant rapidement en revue l'action de certains agents chimiques sur les chromoblastes. Nous n'avons point fait, en général, d'expériences suivies dans cette direction. Nous nous bornerons à réunir ici quelques observations sans chercher à les relier dans un ensemble commun. Il suffisait que cette action se présentât semblable à elle-même dans un certain nombre de cas, pour mériter l'attention et servir de point de départ à des recherches ultérieures.

Action de l'oxygène. — M. P. Bert communiqua un jour à la Société de biologie cette remarque que, quand on suspend un Épinoche mâle dans l'oxygène, on voit la partie antérieure du corps de l'animal se couvrir de la belle couleur rouge intense qui caractérise le mâle en amours. Celle-ci ne peut être attribuée qu'à la dilatation des chromoblastes. Doit-on la regarder, dans ce cas, comme un effet direct de l'oxygène? Peut-être est-ce là également l'explication d'un autre fait que nous avons observé. De jeunes Blennies, longues de 8 centimètres environ, alors qu'elles sortent de l'eau en se fixant contre les parois du vase de verre où on les tient, prennent toujours dans ces circonstances une teinte verdâtre extrêmement foncée (vert rabattu) qu'elles perdent aussitôt qu'elles se replongent à l'eau.

L'oxygène ne nous a pas paru toutefois avoir la même influence sur les crustacés. Elle semble plutôt contraire : dans la plupart des cas, sinon dans tous, la privation d'oxygène provoque manifestement la dilatation des chromoblastes. C'est ainsi qu'un jeune Homard de nuance bleu verdâtre (par rétraction des chromoblastes rouges), qu'on met asphyxier dans 10 centimètres cubes d'eau, devient rouge au bout de deux heures, tandis qu'un individu rouge placé en même temps dans la même eau, ne présente aucune modification. Cette expérience, plusieurs fois répétée, nous a toujours donné un résultat identique. Pour activer l'asphyxie, nous isolions l'eau par une couche d'huile.

On remarquera toutefois combien il est difficile, dans les expériences comme celle-ci, de spécifier exactement la part qui revient à l'absence même d'oxygène et celle qui est due à l'approche de la mort qui amène, ainsi qu'on l'a vu, dans un certain nombre de cas, la dilatation des chromoblastes. L'asphyxie ne produit pas d'ailleurs le même résultat sur tous les crustacés. Un Palémon en état négatif, c'est-à-dire dont tous les chromoblastes sont rétractés, est mis le 28 février 1871, à 8 heures et demie, dans une faible quantité d'eau de mer recouverte d'une couche d'huile. A 8 heures 40 minutes, la dilatation des chromoblastes commence sur le bord latéral des anneaux et au premier article des membres. Mais, dès 9 heures, le mouvement d'expansion des chromoblastes s'arrête, et la mort, qui survient dans la journée, laisse l'animal à peu près en l'état négatif comme au début de l'expérience. Quant à la dilatation d'abord observée, elle paraît bien réellement liée d'une manière générale à un état de souffrance de l'animal et, en particulier, à la privation de l'oxygène. C'est à cette circonstance qu'il faut, sans doute, rapporter également la couleur rosée des Palémons dans les paniers des pêcheurs, couleur qu'ils n'ont pas au moment où on les tire du filet.

Diverses substances toxiques essayées tant sur les poissons que sur les crustacés, ne nous a pas laissé, en thèse générale, deviner qu'elles aient la propriété d'influencer d'une manière bien définie la fonction chromatique.

Curare. — Après avoir renoncé à faire prendre le curare par

la voie des branchies à de petits Turbots, nous l'avons introduit en fragments solides sous la peau. De deux animaux chez lesquels l'administration du curare a été faite de la sorte, un seul a succombé.

36e *Expérience.*—Le 30 août 1871, deux petits Turbots A et B, longs de 10 centimètres environ, sont curarisés par l'introduction sous la peau de la face ventrale (droite) d'un fragment de curare gros comme la tête d'une petite épingle.

A, est sur fond clair. — A midi et demi le curare a agi, l'animal ne fait plus de mouvements; il n'a pas changé de couleur. Il est placé sur fond brun où tout d'abord il ne présente aucun changement. — Toutefois à cinq heures il est devenu plus foncé qu'un Turbot aveugle placé près de lui. Il meurt en présentant les taches livides habituelles.

B, est sur fond brun. — A midi et demi la curare a agi, moins toutefois que sur A. Le soir cependant la paralysie est complète. La couleur foncée de l'animal n'a pas varié.

Le lendemain 31, réapparition des mouvements. L'animal est toujours foncé, et il reste à l'unisson des autres Turbots placés dans la même vasque.

Il ne paraît pas, en conséquence, que le curare ait d'action pour modifier sensiblement la fonction chromatique. Il ne provoque point la rétraction des chromoblastes et ne s'oppose point à leur dilatation; s'il apporte quelque trouble à la fonction chromatique, celui-ci est en tout cas peu sensible (1).

Des Gobies et de même des Palémons, mis à vivre dans de l'eau tenant du curare en dissolution, ne nous ont pas même offert les symptômes du plus léger empoisonnement.

Morphine. — La morphine ne nous a pas donné de résultats plus concluants.

37e *Expérience.* — Le 22 septembre 1871 une forte dose de chlorhydrate de morphine est administrée avec un morceau de chair de moule à un *Gobius niger*, qui n'en paraît pas tout d'abord affecté.

Le 23 l'action de la morphine ne s'est pas fait sentir. L'animal reste à l'unisson d'un autre Gobie sur les différents fonds où on le place.

38e *Expérience.* — Du chlorhydrate de morphine administré le 8 février 1872 à un petit Palémon en état négatif qu'on maintient sur fond

(1) Voy. ci-dessus année 1874, p. 560.

blanc n'amène pas de changement. — Le 10 février l'animal meurt sans avoir offert aucune dilatation de chromoblastes.

Quinine. — La quinine ne nous a pas paru avoir non plus d'action appréciable sur la fonction chromatique. Nous devons noter toutefois qu'en Afrique nous avons vu des Caméléons, auxquels nous avions administré cette substance, mourir en offrant une teinte brune extrêmement foncée de toute la peau.

Strychnine. — La strychnine paraît avoir pour action marquée d'activer les changements de coloration. Administrée à un Palémon (8 fév. 1872), nous notons que celui-ci change très-rapidement quand on le porte d'un fond sur un autre. L'expérience suivante, faite sur un *Gobius niger*, nous a offert la même particularité.

39e *Expérience.* — Le 18 septembre 1871 on met en expérience deux *Gobius niger*, pour s'assurer qu'ils sont bien comparables.

Le 20 à neuf heures on donne à l'un d'eux, désigné par une section de la nageoire, un fragment de chair de moule sur lequel on a écrasé un cristal de sulfate de strychnine. Vers le milieu du jour l'animal montre une hyperesthésie manifeste. Il suffit de choquer très-légèrement le vase où il est renfermé pour qu'il tressaute. Les deux animaux restés sur fond noir sont à l'unisson. On les met sur fond blanc, vers cinq heures : il semble que l'animal strychniné pâlisse plus rapidement.

Le 21 les deux animaux laissés depuis la veille sur fond blanc sont à l'unisson. L'intoxication de celui qui a été strychniné ne paraît point avoir fait de progrès, ni diminué; il tressaute comme la veille. Les deux animaux sont portés du fond blanc où ils étaient sur fond rouge, où il semble encore que l'animal intoxiqué fonce plus rapidement que l'autre.

Le 22 les deux animaux qui ont été replacés sur fond blanc, restent à l'unisson. Pendant un moment seulement le strychniné est beaucoup plus foncé que l'autre.

Le 23 les deux animaux portés alternativement sur fond blanc et sur fond rouge, changent à l'unisson. Toute trace d'intoxication a disparu.

Santonine. — Des substances toxiques dont nous avons examiné l'action, la seule qui nous ait paru avoir une influence directe sur la fonction chromatique est la santonine, du moins chez les crustacés, car nous n'avons point vu qu'elle agit de

même sur le Turbot ou le Gobie. Nous avons opéré sur le *Palémon*, le *Crangon* et l'*Hippolyte*. Les phénomènes d'agitation qui se manifestent chez les crustacés en même temps que le changement de couleur semblent indiquer que les chromoblastes sont atteints, quand on administre la santonine, uniquement par l'intermédiaire du système nerveux.

La santonine provoque la dilatation des chromoblastes. Quant au mode d'administration, il est des plus simples. Il suffit d'écraser des cristaux de santonine (1) en poudre fine, et de jeter celle-ci dans le plat blanc où l'on tient les animaux en état négatif. Les Palémons prennent directement les cristaux (2). Les Crangons ne les prennent que quand ils sont écrasés en poudre fine et peut-être mêlés à la matière alimentaire. Dès qu'on aperçoit les premiers symptômes d'empoisonnement, on change les animaux d'eau en ayant soin de les maintenir sur fond clair.

Malgré cela, les chromoblastes se dilatent manifestement. Si l'animal n'a pas absorbé une trop grande quantité de santonine, il revient à son état naturel : l'agitation cesse, les chromoblastes, après s'être dilatés, se rétractent ; le Palémon retombe en état négatif. Si l'empoisonnement a été trop considérable, l'animal meurt en état positif, et l'on trouve la cavité buccale remplie de cristaux.

Nous avons observé ce double symptôme d'agitation et de dilatation des chromoblastes chez l'Hippolyte aussi bien que chez le Palémon. Les animaux s'agitent sur place : ils semblent animés d'une danse incessante et présentent en plus, quelquefois, des contractions énergiques de l'abdomen.

Nous ajouterons cette dernière expérience :

40e *Expérience*. — Le 19 février 1872, deux Crangons de coloration pâle et mate sont mis toute la journée dans un plat blanc avec de gros cristaux de santonine comme ceux qu'avalent les Palémons.

Le 20, aucun signe d'intoxication. La santonine est alors broyée dans un mortier avec de la chair de Palémon. Après une demi-heure les deux Crangons sont foncés. L'un a de violentes contractions de

(1) Ceux dont nous avons fait usage avaient jauni à la lumière.

(2) Quand les cristaux sont gros, on entend les Palémons les saisir avec les mandibules et essayer de les broyer.

l'abdomen. On les change d'eau afin d'empêcher une absorption plus considérable. Au bout d'une heure la coloration foncée persiste sur les deux animaux. L'agitation est peu marquée.

Le 21 les deux animaux sont revenus à l'état pâle et mat. Ils sont sur fond blanc. On les sépare alors, et l'on donne à l'un, A, de la santonine pétrie avec les doigts dans un peu de viande de poisson; et à l'autre, B, la même viande sans santonine. Les deux animaux ne présentent aucun changement, ce qu'il faut attribuer sans doute à ce qu'ayant mangé la veille ils n'ont point pris la viande broyée.

Le 22 les deux animaux sont toujours blancs et mats. On donne à A de la santonine écrasée dans un mortier avec de la chair musculaire de chevrette. Vers le milieu du jour il devient foncé et s'agite par moments, (beaucoup moins que ne font les Palémons). — On donne à B la même chair écrasée sans santonine; il ne change pas.

Le 23 A est mort foncé, B n'a point cessé d'être pâle sur le même fond blanc.

Nous retrouvons là encore un exemple de ces corrélations qu'il faut aujourd'hui se borner à indiquer entre l'organe de la vue et le système anatomique représenté par les chromoblastes. Le seul agent toxique qui se soit montré à nous comme agissant sur celui-ci est précisément la santonine qui a sur les fonctions du nerf optique une action bien connue. Nous nous bornons à faire ce rapprochement sans chercher à en approfondir la cause. Il n'est pas sans intérêt de le signaler, parce qu'il montre, mieux que tout autre, l'importance de la fonction chromatique dans ses rapports avec l'appareil de la vision chez les animaux des divers embranchements.

Nous n'avons point d'ailleurs administré la santonine aux Crangons ou aux Palémons, après une section des pédicules oculaires. L'expérience aurait sans doute un certain intérêt, surtout si l'on pouvait établir que la substance n'agit sur les chromoblastes qu'en modifiant la fonction visuelle. On tirerait de là peut-être quelque éclaircissement touchant l'action de la santonine sur la rétine.

CONCLUSIONS. — RÉSUMÉ.

Le résultat des recherches consignées dans le travail qui précède peut être résumé dans les propositions suivantes :

Partie anatomique. — 1° Les pigments proprement dits — purs ou plus ou moins *rabattus* — appartiennent, en général, à la moitié la moins réfrangible du spectre, du rouge au jaune. On ne trouve qu'exceptionnellement des pigments appartenant à la moitié la plus réfrangible du spectre (pigment violet des Crangons).

2° Le pigment rouge est entièrement soluble dans la créosote. Traité par un mélange bouillant d'alcool et d'éther, il donne des cristaux *rouges* par transparence, *bleus* à lumière réfléchie, qui paraissent analogues aux cristaux du sang. La matière colorante verte des œufs ovariques du Homard, la matière colorante bleue de sa carapace, donnent les mêmes réactions et les mêmes cristaux.

3° Les pigments de différentes couleurs ne coexistent jamais dans le même élément (chromoblaste). Mais des cellules chargées de pigments différents peuvent former des groupes définis (pigment violet, jaune et rouge des embryons de Crangon).

4° Les éléments chargés de pigment forment une variété parmi ceux du tissu lamineux ; ils sont plus ou moins doués de mouvements sarcodiques. L'électricité, le système nerveux, l'état de malaise, l'approche de la mort, etc., influencent ces mouvements.

5° Les *chromatophores* des céphalopodes se montrent chez l'embryon (*Calmar*) sous la forme et l'apparence des chromoblastes. Les chromatophores sont des éléments anatomiques élevés en quelque sorte, par le développement, à la dignité d'organes.

6° Un grand nombre de tissus, normaux, transparents, jouissent d'une propriété particulière (cérulescence) qui les fait paraître bleus quand ils sont placés sur un fond absorbant pour les radiations lumineuses. Cette propriété appartient en particulier à des corps contenus dans des cellules spéciales (iridocytes), et qui tantôt agissent en raison de cette propriété et tantôt en raison de leur structure lamelleuse, pour produire les colorations observées sur un grand nombre de poissons et de reptiles.

7° Il existe enfin des colorations diffuses (*Esox Belone*, Scorpène, etc.) qui imprègnent certaines régions du corps, sans distinction de système anatomique.

Partie physiologique. — 8° Le changement de coloration des poissons et des crustacés, suivant le fond où on les met vivre, vaguement connu des pêcheurs, existe en réalité chez un grand nombre d'espèces animales.

11° Chez beaucoup de poissons et de crustacés, ces changements paraissent, comme chez le Caméléon, dépendre d'influences complexes difficiles à analyser. Chez d'autres espèces au contraire (Turbot, Palémon, etc.), on est absolument maître de les gouverner et d'instituer par conséquent des expériences décisives.

12° *En général*, ces changements ont pour résultat d'harmoniser le *ton* de l'animal avec celui du fond. Toutefois, chez certains animaux, il se produit un véritable changement de livrée, l'animal pouvant devenir à la fois plus clair et plus foncé par certaines parties de son corps, sur un fond déterminé (Callionyme lyre, Crangon, etc.).

13° Dans tous les cas, les changements observés résultent de l'état d'expansion ou de retrait des diverses sortes de chromoblastes existant à la périphérie de l'animal.

14° La fonction chromatique, comme toute autre, est influencée par l'habitude.

15° La fonction chromatique, chez les espèces où elle se gouverne facilement, est immédiatement supprimée par l'ablation des yeux, ou la section des nerfs optiques. Les chromoblastes, dans ce cas, restent en général dans un état moyen de dilatation.

16° Les cas pathologiques confirment la donnée expérimentale.

17° La fonction chromatique doit être définie : un ensemble d'actions réflexes sur les chromoblastes, dont le point de départ peut être l'impression visuelle résultant des propriétés actiniques du milieu ambiant.

18° Les nerfs sont les conducteurs de cette action réflexe : ils peuvent donc provoquer l'expansion ou le retrait des chromoblastes.

19° Quand on coupe la moelle ; la fonction chromatique n'est pas suspendue en arrière de la section (Turbot).

20° Quand au contraire on coupe un nerf rachidien, la fonction est suspendue dans la région où se distribue le nerf, chaque fois que la section a porté au-dessous du point où ce nerf reçoit le filet du grand sympathique.

21° La destruction du grand sympathique dans le canal rachidien inférieur suspend également la fonction chromatique en arrière du point où elle est pratiquée, mais il convient d'ajouter que l'aorte et la veine cave étant forcément oblitérées dans cette opération, l'expérience perd de sa valeur.

22° Toutefois des faits pathologiques viennent confirmer ce rôle du grand sympathique.

23° La section du grand sympathique gauche au niveau de la tête, chez le Turbot, ne supprime pas la fonction chromatique en arrière de ce point; particularité qui se retrouve dans l'histoire des autres fonctions de ce nerf.

24° La section du trijumeau supprime la fonction chromatique dans la région de la face à laquelle il se distribue.

25° La paralysie des chromoblastes à la suite des sections nerveuses n'est pas, comme pour les muscles, accompagnée d'une dégénérescence de l'élément; il reste sensible à d'autres influences, électricité, etc...

26° Les crustacés présentent sous ce rapport des changements de même ordre que les poissons. Un Palémon, en particulier, placé sur fond noir devient *brun* (état positif) par la dilatation de ses chromoblastes *rouges*, rabattus eux-mêmes par un pigment bleu diffus qui se produit autour d'eux. Transporté sur fond blanc, l'animal devient momentanément *bleu* (état bleu) par suite du retrait des chromoblastes rouges et de la persistance du pigment bleu formé. Cette teinte disparaît à son tour après quelques heures et l'animal reste jaunâtre, incolore (état négatif).

27° Ces changements résultent, chez les crustacés comme chez les vertébrés, d'une action réflexe dont les yeux composés de ceux-là sont le point de départ, comme les yeux dioptriques de ceux-ci. En supprimant les yeux composés, on supprime la fonction chromatique.

28° Comme pour les poissons, l'ablation d'un seul œil ne modifie pas la fonction.

29° La section du cordon ventral ou des connectifs — pas plus que la section de la moelle chez les poissons — ne supprime la fonction au-dessous du point où ils ont été coupés. — La gravité des accidents survenus en voulant intercepter les communications nerveuses par les parois du vaisseau dorsal ou du canal alimentaire n'ont pas permis de déterminer la route des actions réflexes allant des yeux composés aux chromoblastes.

30° L'attitude des Palémons au repos est modifiée par le seul fait de l'ablation des yeux.

31° L'obscurité périodique de la nuit est sans influence sur la fonction chromatique.

32° Les crustacés inférieurs dépourvus d'yeux n'offrent point de chromoblastes (Brachielles, Lerméonèmes, Sacculines). Toutefois la proposition inverse n'est point vraie : beaucoup de crustacés ayant des yeux (Nymphons, etc...) ne présentent point de chromoblastes.

33° Le curare, la morphine, ne paraissent pas modifier la fonction chromatique.

34° La santonine provoque chez certains crustacés (Palémons, Crangons, etc...), en même temps qu'une agitation incessante des membres, la dilatation des chromoblastes.

35° Il y a donc un rapport entre les poisons de la rétine (santonine) et le système anatomique des chromoblastes, de même qu'il y a un rapport entre l'état de perfection de ces éléments transformés en chromatophores chez les céphalopodes, et le volume de l'appareil de la vision chez les mêmes animaux.

EXPLICATION DES PLANCHES I, II, III ET IV.

PLANCHE I.

Fig. 1. — Iridocytes de la *Venus*. — A, Forme et disposition des iridocytes, vus d'ensemble sur un lambeau de peau irisée. — B, Les mêmes, ayant macéré, offrant un clivage grossier et montrant un noyau à leur extrémité. Deux sont isolés, quatre autres sont dans leur situation normale par rapport à l'épithélium.

Fig. 2, 3, 4, 5. — Coupes transversales pratiquées sur la peau de jeunes

céphalopodes, montrant par le travers la disposition des chromatophores. — Fig. 2. État jeune. Le chromatophore, étalé sur la paroi profonde de la lacune et envoyant des prolongements à la paroi externe. (Comparez, fig. 2 *bis*, l'aspect du chromatophore encore à l'état de chromoblaste, et un peu plus tard prenant l'apparence sphérique avec des fibres rayonnantes.) — Fig. 3. Chromatophore plus âgé en état de contraction. — Fig. 4. Chromatophore encore plus âgé, vu normalement à la surface de la peau. — Fig. 5. Chromatophore à l'état adulte, montrant la masse centrale élastique pleine de pigment, attachée par des fibres contractiles aux parois externes et profondes de la lacune.

Fig. 6. — Chromatophore détaché par le brisement de ces fibres contractiles périphériques. On voit vers l'insertion de celles-ci, à la masse pigmentée, des noyaux ovoïdes irréguliers. On a représenté dans le voisinage des fibres musculaires pour montrer la différence dans la forme et le volume des noyaux.

Fig. 7. — Peau de jeune Turbot. Les iridocytes sont espacés, de figure polygonale, remplis de très-petits corps irisants. Au milieu d'eux sont des chromoblastes noirs, les uns rétractés, les autres en état extrême d'expansion. On distingue aussi des chromoblastes oranges représentés par des traînées irrégulières moins foncées.

Fig. 8. — Extrémité des rayons de la nageoire d'un jeune Turbot montrant la forme irrégulière des iridocytes dans cette région.

PLANCHE II.

Fig. 1. — Iridocytes et chromoblaste de la peau de la Vieille (*Labrus bergylta.*) Les iridocytes sont pleins de corps cérulescents arrondis. On voit un chromoblaste très-distendu avec peu de granulations pigmentaires espacées dans le corps de la cellule.

Fig. 2. — Portion de la peau de la lèvre de la Vive. (*Trachynus draco.*) On distingue des chromoblastes noirs en partie rétractés et en contact avec des amas de gros corps cérulescents. L'espace entre ces éléments est occupé par des iridocytes de forme très-irrégulière, remplis de très-petits corps irisants.

Fig. 3. — Peau de la région jugulaire de l'Épinoche mâle montrant des chromoblastes et des iridocytes à peu près également espacés. Les chromoblastes sont oranges et les iridocytes sont formés de plaques de corps irisants extrêmement petits, disposés en partie parallèlement les uns aux autres ce qui donne à l'ensemble une apparence cristalline spéciale.

Fig. 4. — A, Coupes pratiquées à travers une bande bleue de la nageoire d'un *Callionyme lyre*. L'épithélium a été enlevé. De chaque côté

le derme très-mince limite le tissu. Au-dessous du derme on remarque de chaque côté une accumulation de corps cérulescents d'un volume considérable, et entre les deux couches qu'ils forment, des chromoblastes noirs, ici en partie rétractés. — B, Les mêmes corps cérulescents, réduits en piles de disques par la macération.

Fig. 5. — Intervalles de deux rayons de la queue de l'Épinoche. On distingue au milieu du tissu les chromoblastes jaunes à corps granuleux, sans prolongements, et à noyaux d'une belle couleur orange. Une de ces cellules a un volume exceptionnel considérable.

Fig. 6. — Coupe d'un rayon de la nageoire caudale du même, pour montrer la place des chromoblastes noirs et jaunes.

Fig. 7. — Chromoblastes jaunes du même, isolés.

PLANCHE III.

Dans cette planche et dans la suivante, la nuance foncée indique les parties atteintes par la paralysie des chromoblastes, soit que ces parties se détachassent en clair ou en sombre sur la couleur générale de l'animal, ces différences apparentes tenant, ainsi que nous en avons fait la remarque (page 129), à ce que les chromoblastes des régions paralysées prennent à la longue un état moyen de contraction, n'étant ni complétement rétractés, ni en état d'expansion extrême.

Fig. 1. — Turbot paralysé par suite d'accident, observé dans le vivier.

Fig. 2, 3, 4. — Paralysies consécutives à la section des branches du trijumeau.

Fig. 5, 6, 7. — Paralysies produites sur le Collionyme lyre à la suite de sections des branches du trijumeau.

PLANCHE IV.

Fig. 1. — Région paralysée sur un Turbot auquel on a pratiqué la section des branches ventrales des nerfs rachidiens *au-dessus* du point où elles reçoivent le filet sympathique.

Fig. 2. — Région paralysée sur un Turbot auquel on a pratiqué la section des branches ventrales des nerfs rachidiens *au-dessous* du point où elles reçoivent le filet sympathique, et la branche maxillaire inférieure du trijumeau.

Fig. 3. — Région paralysée sur un Turbot auquel on a pratiqué la destruction des organes (grand sympathique, aorte, veine cave) contenus dans le canal vertébral inférieur.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA RESPIRATION PULMONAIRE

CHEZ

LES GRANDS MAMMIFÈRES DOMESTIQUES

Par M. André SANSON
Professeur de zoologie et zootechnie à l'École de Grignon.

I. — OBJET DES RECHERCHES.

Dans les études qui ont été faites jusqu'à présent sur la respiration, la fonction était envisagée à peu près exclusivement au point de vue de l'introduction de l'oxygène dans le sang. Il n'a été tenu compte de l'acide carbonique éliminé, que pour arriver à déterminer, à son aide, l'échange d'oxygène, en calculant la quantité de celui-ci qui correspondait à son poids ou à son volume. L'élimination de l'acide carbonique était considérée comme l'accessoire dans la fonction. C'est la consommation d'oxygène qui était la chose importante ; et aussi, semble-t-il, la question de savoir s'il y a ou non élimination d'azote.

A ce point de vue, la science est riche de résultats remarquables, surtout depuis que les expériences si bien instituées, si nettes et si variées de Paul Bert sont venues éclairer les effets de la dépression et révéler ceux de la pression, en ce qui concerne toujours ce même oxygène.

Nul ne peut le contester, l'oxygène, à un certain état de tension, est indispensable à l'entretien de la vie des mammifères, et ceux-ci doivent le trouver dans leur milieu extérieur, pour renouveler leur provision à mesure qu'elle s'épuise. Mais il n'est pas du tout sûr que le renouvellement de cette provision soit le plus impérieux besoin de l'économie animale ; il ne l'est pas davantage que la seule considération de l'introduction de l'agent

appelé comburant soit celle qui se prête le mieux à l'étude complète de la fonction. Incontestablement, la présence de l'oxygène est indispensable pour que se produisent les réactions à la suite desquelles la chaleur se dégage ; mais, dans l'état actuel de la science, on n'a plus une notion juste du phénomène ou plutôt des phénomènes qui se passent dans les réactions nutritives, quand on leur donne le nom de combustions respiratoires, encore usité dans les livres classiques. La combustion s'entend de la combinaison, rapide ou lente, de l'oxygène avec le carbone pour former de l'acide carbonique ou de l'oxyde de carbone. Il ne semble plus permis d'admettre que les choses se passent ainsi lorsque l'oxygène se trouve, à la température du corps, en présence des principes immédiats hydrocarburés et autres qui circulent avec lui dans le sang.

L'acide carbonique, qu'on y trouve aussi normalement en quantité variable, et non point constante, paraît être le résidu final de réactions très-compliquées, dans la plupart des cas. Sa quantité proportionnelle dans le sang ne peut pas dépasser certaines limites sans qu'aussitôt se manifestent des troubles qui bientôt deviennent mortels. On sait que la proportion de l'oxygène peut s'abaisser beaucoup dans l'atmosphère, sans que pour cela celle-ci cesse d'être parfaitement respirable et d'entretenir complétement la vie ; on sait aussi, depuis les expériences de Pettenkofer et celles de Max Maerker, qu'à dater du moment où la proportion d'acide carbonique dépasse 3 pour 1000 dans le milieu ambiant, quelle que soit d'ailleurs celle de l'oxygène, la fonction respiratoire commence à se troubler. Et c'est ce qui fait qu'il est bien difficile, soit dit en passant, d'admettre comme normales les conditions de l'appareil avec lequel Regnault et Reiset ont exécuté leurs expériences, puisque l'analyse du mélange gazeux restant, à la fin de chaque expérience, dans la cloche où les animaux avaient séjourné, y a toujours fait trouver une proportion d'acide carbonique, s'élevant au moins à 0,77 pour 100 et dans plusieurs cas au-dessus de 5 pour 100.

L'élimination de l'acide carbonique par les voies respiratoires, de manière que sa proportion dans le sang se maintienne

entre certaines limites, paraît donc théoriquement aussi importante que l'introduction de l'oxygène. Les deux phénomènes ont été considérés comme corrélatifs, et la respiration pulmonaire a été envisagée comme un échange, s'opérant dans le poumon, entre les deux gaz. Depuis longtemps Valentin et Brunner ont voulu déterminer la loi de cet échange, dépendant de la diffusion des gaz, si bien étudiée par Graham. Ils ont admis que pour un volume d'oxygène introduit, il y avait 0,85 d'acide carbonique éliminé. Mais ils ont formulé leur conclusion dans un sens absolu ; et Regnault et Reiset déclarent qu'ils ne comprennent pas comment le phénomène de la respiration, ainsi envisagé, peut être assimilé à celui de la diffusion de deux gaz, à pressions égales, séparés par une membrane.

Les deux derniers auteurs avancent en outre que la nature de l'alimentation peut faire varier le rapport entre l'oxygène introduit et l'acide carbonique éliminé. Dans l'état de nos connaissances expérimentales sur les lois de l'alimentation, il est évident maintenant que leur interprétation des résultats observés à cet égard ne peut être que fautive, car les conditions dans lesquelles ils ont constaté les plus fortes éliminations d'acide carbonique sont précisément celles qui fournissent au sang les plus faibles proportions de matériaux hydrocarburés. L'excès des matières féculentes dans la ration a pour conséquence nécessaire de diminuer leur coefficient de digestibilité. C'est ce que les expériences de Haubner ont démontré depuis longtemps. Les différences observées doivent donc dépendre d'autre chose. Et c'est une question de savoir s'il y a un rapport nécessaire et constant entre la quantité de l'acide carbonique produit dans les réactions nutritives et celle de l'acide carbonique éliminé dans l'unité de temps.

En tout cas l'élimination de l'acide carbonique est non moins impérieusement nécessaire que l'introduction de l'oxygène dans le sang. Il est même permis de la considérer théoriquement comme plus urgente. On conçoit que la provision d'oxygène emmagasinée dans le sang riche en globules rouges d'un animal donné, puisse suffire durant un certain temps à l'entretien de sa nutri-

tion, au moins durant le temps nécessaire pour qu'elle s'épuise. Les belles expériences de Paul Bert prouvent que tout accident peut être conjuré en renouvelant de temps en temps cette provision par la respiration de l'oxygène pur ou d'un mélange d'oxygène et d'azote à une certaine pression. Il en résulte la démonstration qu'au point de vue de l'introduction de l'oxygène dans le sang, la fonction respiratoire pourrait être intermittente comme l'est celle qui introduit les éléments solides et liquides sur lesquels l'oxygène réagit. On ne conçoit pas, au contraire, que l'élimination de l'acide carbonique puisse être suspendue au delà d'un très-petit nombre de minutes, sans entraîner les phénomènes de l'asphyxie. Dans une atmosphère confinée, bien avant que la proportion d'oxygène ait atteint celle qui, dans une atmosphère libre, est encore parfaitement compatible avec la conservation de la vie, celle-ci s'arrête, parce que, la diffusion de l'acide carbonique ne pouvant plus s'y faire, le gaz s'accumule dans le sang en une proportion qui devient toxique.

L'étude des conditions qui influencent le phénomène est donc d'une importance physiologique de premier ordre, à cause des conséquences pratiques que leur connaissance peut entraîner, aussi bien au point de vue de l'hygiène générale qu'à celui de la zootechnie en particulier. Ces conditions dépendent-elles de l'individu lui-même ou du milieu dans lequel il vit? sont-elles intrinsèques ou extrinsèques ?

La question posée en ces termes n'est pas absolument neuve. Un nombre relativement considérable d'expérimentateurs l'ont examinée, sinon dans son ensemble, du moins dans quelques-unes de ses parties. Sans discuter encore les conditions expérimentales dans lesquelles ils se sont placés, il convient d'abord de résumer les résultats auxquels ils sont arrivés.

Les expériences générales de Regnault et Reiset ont montré que la quantité d'acide carbonique éliminée est inversement proportionnelle au poids du corps. On a attribué le fait à un lien qui existerait entre l'activité plus grande de la respiration et les conditions de la température animale. On a ajouté qu'il pouvait aussi se rattacher à l'étendue de la surface développée du poumon, eu

égard au poids du corps, en faisant remarquer toutefois que chez l'homme la capacité du poumon est proportionnellement moindre que chez la plupart des quadrupèdes de petite taille. Au sujet de cette capacité relative du poumon, il pouvait être très-intéressant de contrôler, par les voies de la physiologie expérimentale, les faits incontestablement acquis depuis les belles recherches de Baudement, vérifiées et confirmées par H. v. Nathusius, Roloff, Kœgel, en Allemagne.

Vierordt, Lossen, Valentin, paraissent avoir établi que la quantité d'acide carbonique éliminé augmente à mesure que diminue le nombre des mouvements respiratoires dans l'unité de temps. Mais, d'après leurs expériences, on ne peut conclure à cet égard que pour un seul et même individu.

Andral et Gavarret ont étudié chez l'homme l'influence du sexe, de l'âge et de certains états individuels sur la proportion d'acide carbonique exhalé par le poumon. Il ne paraît pas qu'ils aient rapporté les quantités d'acide carbonique obtenues par eux à une unité de poids des corps qui l'avaient fourni.

L'influence de la température a été notée par Valentin, Vierordt, Smith, Letellier, qui tous ont constaté une diminution de l'acide carbonique correspondant aux températures les plus élevées, tandis qu'aux plus basses correspondait une quantité plus forte du même acide ; non pas des diminutions et des augmentations absolues, mais bien relatives ou centésimales. Ainsi, dans les expériences de Valentin, la proportion a été de 4,37 pour 100 à une température moyenne de 0° centigrade, et de 3,56 à une température de + 21°. Et de ce que l'individu perd plus de chaleur et doit en dégager davantage pour maintenir sa température propre dans un milieu refroidi, on en conclut qu'il doit aussi, en conséquence, éliminer plus d'acide carbonique.

Vierordt, Hervier et Saint-Lager, Vivenot, ont constaté que l'élévation de la pression atmosphérique diminue un peu la proportion d'acide carbonique éliminé, et on en a conclu que le résultat est probablement dû à une modification passagère dans les phénomènes d'échange gazeux dont le poumon est le siége ; mais personne, à ma connaissance, n'a établi ni même cherché

la loi de cette modification, sur laquelle, du reste, les expérimentateurs se sont à peine arrêtés. Personne non plus ne semble avoir rapproché l'influence de la pression de celle de la température.

A l'égard de l'influence du sommeil, tous les résultats constatés sont concordants. Boussingault, Lehmann, Smith, Pettenkofer et Voit ont constamment obtenu moins d'acide carbonique durant le sommeil que durant la veille, chez des animaux de diverses classes. D'après des expériences faites à la station de Weende-Gœttingue avec le grand appareil de Pettenkofer, sur des moutons, la quantité d'acide carbonique éliminée pendant le jour est à celle éliminée pendant la nuit dans le rapport de 7 : 5; et partant de là, Max Maerker évalue la quantité d'acide carbonique émise en vingt-quatre heures par un bœuf pesant 500 kilog., à 3290 grammes pendant le jour, 2350 grammes pendant la nuit, en tout 5640 grammes. De là aussi a été tirée une conclusion qui n'est peut-être pas irréprochable, car elle semble en contradiction avec celle qui concerne l'augmentation de la quantité d'acide carbonique à mesure que diminue le nombre des mouvements respiratoires, puisqu'on fait remarquer, pour expliquer le fait, que le sommeil est caractérisé par le ralentissement de la circulation et le calme des mouvements du thorax. Ce fait, qui ne paraît pas douteux, pourrait donc bien être dû à une circonstance tout autre.

F. Allibert avait exécuté des expériences à l'École de Grignon, en vue de déterminer, par la quantité d'acide carbonique éliminée dans les 24 heures, la quantité de carbone devant être contenue dans la ration alimentaire pour suffire aux besoins de la respiration. Il a décrit minutieusement l'appareil dont il s'est servi pour recueillir et doser le gaz exhalé par ses animaux d'expérience, appartenant tous à de petites espèces, mais il n'a point fait connaître en détail les résultats obtenus par lui. Il s'est borné à tracer des courbes qui figurent encore dans un cadre fixé sur l'un des murs du laboratoire de zootechnie de l'École, et dont les éléments ont été calculés d'après des bases entièrement supposées, puisque ces éléments se rapportent à des genres d'animaux sur

lesquels il n'avait point expérimenté et auxquels il a étendu, par simple induction et à l'aide de formules arbitrairement établies, les données acquises dans ses propres recherches directes. Avec des données relatives à des gallinacés, des lapins, des chats et des agneaux, par exemple, et calculées pour vingt-quatre heures, d'après les nombres obtenus pour quelques heures seulement, il a tracé ses courbes pour les chevaux, les bœufs, les moutons, etc., en faisant intervenir, il est vrai, les résultats publiés par ses devanciers, Boussingault, Letellier, Regnault et Reiset.

Une telle façon de procéder n'est évidemment pas expérimentale. Bien que le travail de mon distingué prédécesseur contienne, à d'autres égards, des vues intéressantes, il est impossible d'en tenir aucun compte au sujet du phénomène essentiel de l'élimination de l'acide carbonique par la respiration, sans même examiner jusqu'à quel point le dispositif imaginé et adopté par lui avait pour effet de remédier, comme il le pensait, aux inconvénients de celui dont s'étaient servi Regnault et Reiset et qu'il a du reste parfaitement fait ressortir.

On voit, d'après ce qui précède, que les données de la science (1) sur le phénomène de l'élimination de l'acide carbonique sont ou insuffisantes ou contradictoires. Contradictoires, on vient de le voir pour quelques-unes d'entre elles ; insuffisantes, cela résulte

(1) Je me bornerai à consigner ici les indications bibliographiques exclusivement spéciales à l'objet en question dans le présent mémoire. Ce sont les suivantes, exposées par ordre chronologique :

ANDRAL et GAVARRET, Recherches sur la quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon dans l'espèce humaine. (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. VIII, 1843.)

VALENTIN et BRUNNER, Uber das Verhältniss der bei Athmen des Menschen ausgeschiedenen Koklensaüre zu dem durch jenen Process aufgenommen Saüerstoffe. (*Archiv für physiologische Heilkunde*, t. II, 1843.)

VIERORDT, Recherches expérimentales concernant l'influence de la fréquence des mouvements respiratoires sur l'exhalation de l'acide carbonique. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIX, 1844.)

LETELLIER, De l'influence des températures extrêmes de l'atmosphère sur la production de l'acide carbonique dans la respiration des animaux à sang chaud. (*Ann. de chimie et de phys.*, 3e série, t. XIII, 1845.)

REGNAULT et REISET, Recherches chimiques sur la respiration des animaux des diverses classes. (*Ann. de chimie et de phys.*, t. XXVI, 1849.)

HERVIER et SAINT-LAGER, Recherches sur l'acide carbonique exhalé par les pou-

d'abord de l'examen des conditions d'expérimentation dans lesquelles ces données ont été obtenues, examen dont nous ne pouvons pas songer à exposer ici les résultats en détail, et ensuite de ce que le pur raisonnement par induction y a dans tous les cas pris une trop grande part. En effet, parmi les expérimentations citées, il n'y en a pas une seule, on peut le dire, dans laquelle le dispositif soit tel que la fonction ait pu être étudiée dans ses conditions tout à fait normales.

On ne peut pas considérer comme telles, notamment, celles dans lesquelles a été étudiée la respiration de l'homme avant la construction du grand appareil de Pettenkofer, et où le mélange gazeux sortant du poumon était toujours expulsé par la bouche. Il est évident que, dans ce cas, le rhythme respiratoire est tou-

mons à l'état de santé et de maladie. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXVIII, 1849.)

VIVENOT, Ueber den veränderten Luftdrucks auf den menschlichen Organismus. (*Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie*, t. XIX, 1850.)

F. ALLIBERT, Recherches expérimentales sur l'alimentation et la respiration des animaux. Broch. in-8° de 48 p. et 2 pl. Paris, 1855.

VIERORDT et LUDWIG, Beiträge zur Lehre von dem Athembewegungen. (*Archiv für physiologische Heilkunde*, t. XIV, 1855.)

SMITH, Résumé de recherches sur la respiration. (*Journal de la physiologie*, t. III, 1860.)

VALENTIN, Ueber Athmen nach Unterdrückung der Hautausdünstung und die belebenden Virkungen höherer Wärmegrade. (*Archiv für phys. Heilkunde*. 4e série t. II, 1858.)

Le même, Ueber Athmen in geschlossenen Raume. (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, 3e série, t. X, 1861.)

PETTENKOFER, Ueber den Respirations und Perspirations apparat im physiologischen Institute zu Münschen. (*Sitzungsberichte d. baierisch. Ak. der Wiss. zu Münschen*, 1860.)

Le même, Ueber die Respiration. (*Ann. der Chem. und Pharmacie*, 1862.)

PETTENKOFER et VOIT, Untersuchung über die Respiration. (*Sitzungsberichte*, etc. 1866.)

Les mêmes, Ueber die Kohlensaüreausscheidung et Saüerstoffaufnahme. (*Ibid.*, 1867.)

LOSSEN, Ueber den Einfluss den Zahl und Tiefe der Athembewegungen auf die Ausscheidung der Kohlensaüre. (*Zeitschrift für Biologie*, Heft. 2, 1866.)

MAX MAERKER, Recherches sur la ventilation naturelle et la ventilation artificielle principalement dans les étables, etc. Traduction française de J. Leyder. Bruxelles et Paris, 1873.

PAUL BERT, Recherches expérimentales sur l'influence que les modifications dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. (*Annales des Sciences naturelles, Zoologie*. Avril 1874.)

jours plus ou moins modifié, s'il est vrai qu'alors on se met à l'abri des causes d'erreur provenant de la respiration dans un milieu confiné. La même objection ne peut pas être faite aux conditions dans lesquelles Regnault et Reiset ont placé leurs sujets d'expérience; mais l'appareil très-compliqué dont ils se sont servis est par lui-même passible d'une objection peut-être encore plus grave, puisque, s'ils se sont efforcés d'enlever l'acide carbonique du milieu, à mesure de son arrivée, et d'y renouveler l'oxygène, ce à quoi il n'est pas sûr qu'ils aient toujours réussi, il est certain que leurs animaux ont constamment respiré dans un milieu saturé d'humidité, défavorable par conséquent à la fonction.

En eût-il été autrement, le desideratum principal subsisterait. Il n'y a pas, dans la science, de séries d'expériences véritablement comparatives, permettant d'établir un rapport quelconque entre l'élimination de l'acide carbonique et les variations qui peuvent se produire, sous l'influence des causes naturelles et générales, dans le milieu où respirent les animaux. Pour ce qui concerne, par exemple, les variations de la température et de la pression, telles qu'elles se présentent normalement, on ne sait à peu près rien de positif. Ce qui en a été dit résulte d'inductions plus ou moins probables, mais il y manque la certitude expérimentale qui seule constitue la science.

C'est pourquoi je me suis proposé, profitant de la situation exceptionnellement favorable que m'offrait ma position à l'École de Grignon, de combler ce desideratum. La constitution même de l'École, en effet, mettait à ma disposition, en permanence, un grand nombre d'animaux vivant dans leurs conditions normales, qui toutes pouvaient être exactement déterminées. Ces animaux, de genres différents, et présentant dans chaque genre diverses races ou espèces, fournissaient un matériel expérimental comme il serait bien difficile d'en rassembler un pareil dans les circonstances où travaillent en général les physiologistes, si bien outillés que puissent être d'ailleurs leurs laboratoires. Et ce m'est ici une occasion que je m'empresse de saisir pour rendre un sincère hommage à l'esprit véritablement libéral avec lequel notre école

est dirigée, sous ce rapport comme sous tous les autres, par l'habile fonctionnaire qui est à sa tête. J'ai toujours trouvé M. Dutertre disposé à s'intéresser à mes travaux et à les favoriser dans la mesure de ce qui dépendait de lui. Jamais aucun obstacle, venant de sa part, ne s'est opposé à ce que je pusse tirer parti des ressources que présente l'École. Je me fais un devoir de le constater et de l'en remercier au nom de la science. S'il doit être attribué quelque valeur aux résultats du présent travail, je désire qu'une bonne part en soit reportée au compte des diverses conditions si favorables dans lesquelles j'ai pu l'exécuter.

Mes recherches expérimentales ont, en somme, eu pour objet d'étudier d'une façon aussi rigoureuse que possible toutes les circonstances intrinsèques et extrinsèques qui peuvent influer sur l'élimination de l'acide carbonique dans le phénomène de la respiration pulmonaire ; de vérifier, en les obtenant dans des conditions plus normales, les résultats qui semblaient acquis ; de les grandir en quelque sorte, afin de réduire à leur minimum d'importance les causes d'erreur inévitables qu'ils comportent, et d'éliminer même la plupart de celles-ci, en les faisant agir toujours dans le même sens ou en les annulant par le grand nombre des résultats constamment comparatifs ; d'en obtenir de complétement nouveaux, en ne faisant varier, dans les recherches, qu'un certain nombre des circonstances toujours les mêmes, et en ne laissant ainsi aucune part ni aux analogies ni aux probabilités, dans les comparaisons, afin que tout fût exclusivement expérimental et conclu *a posteriori*.

II. — PROGRAMME DES RECHERCHES ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.

Pour atteindre aussi sûrement que possible le but qui vient d'être indiqué, je me suis imposé l'obligation de recueillir le mélange gazeux expulsé des poumons, durant un temps invariable, par un grand nombre d'individus appartenant à des genres différents, parmi ceux de la plus forte corpulence, en notant scrupuleusement chaque fois la température du lieu habité par lui et la température de l'air extérieur au moment de l'expérience,

ainsi que la pression barométrique. Le nom de l'animal, sa race, son sexe, son état, son poids vif, son âge, devaient être notés, en même temps que le jour et l'heure de l'expérience, avec la température et la pression.

Toutes ces circonstances devaient se répéter, pour le plus grand nombre possible d'individus, un certain nombre de fois, afin d'avoir, pour un seul et même individu, des éléments de comparaison à divers moments d'état individuel, de température et de pression. La répétition devait être surtout fréquente pour les sujets les plus jeunes, en période de croissance, en vue de suivre chez eux la marche du phénomène durant cette période, et particulièrement chez les sujets de variété précoce, pour vérifier si, chez eux, la moindre surface pulmonaire relative démontrée par les pesées de Baudement et confirmée par les mensurations de Roloff et de Kœgel, a pour conséquence une moindre élimination d'acide carbonique par unité de poids, dans l'unité de temps.

Une fois posé, ce programme très-simple, très-net, ne comportant que des faits concrets et directement constatés et enregistrés, il restait à réaliser un dispositif expérimental permettant de recueillir l'acide carbonique sortant des cavités pulmonaires, dans des conditions tellement voisines de celles de la respiration normale, qu'elles pussent être considérées comme n'en différant point.

Pour atteindre ce but, une première condition parut indispensable : c'était de faire respirer les animaux dans leur milieu habituel, de faire arriver dans leurs poumons l'air normal de ce milieu, sans aucun artifice intermédiaire et par ses voies naturelles, en se bornant à recueillir, dans un réservoir d'un accès aussi facile que celui du milieu atmosphérique lui-même, le mélange gazeux sortant des poumons à chaque expiration. On sait qu'aucun des dispositifs imaginés par nos devanciers ne satisfait pleinement à cette double nécessité, et que, pour ce motif, leurs résultats ne peuvent point échapper aux objections. Ni ceux qui les ont placés sous des cloches ou dans des boîtes où ils se sont efforcés de faire renouveler l'air, ne pouvaient être assurés de ne

point troubler, d'une part, le rhythme des mouvements respiratoires, et, d'autre part, de rétablir, après chaque expiration, le milieu atmosphérique avec ses propriétés normales.

Pour me mettre à l'abri de ces causes d'erreurs certaines, j'ai fait construire par M. Galante, et avec le concours de ses lumières spéciales, une muselière à deux ouvertures pourvues de soupapes, l'une pour la prise d'air dans le milieu atmosphérique, l'autre pour l'envoi du mélange gazeux sortant des poumons dans le réservoir, par l'intermédiaire d'un tube se joignant à la muselière. Celle-ci est représentée en coupe par la figure 1, afin de faire

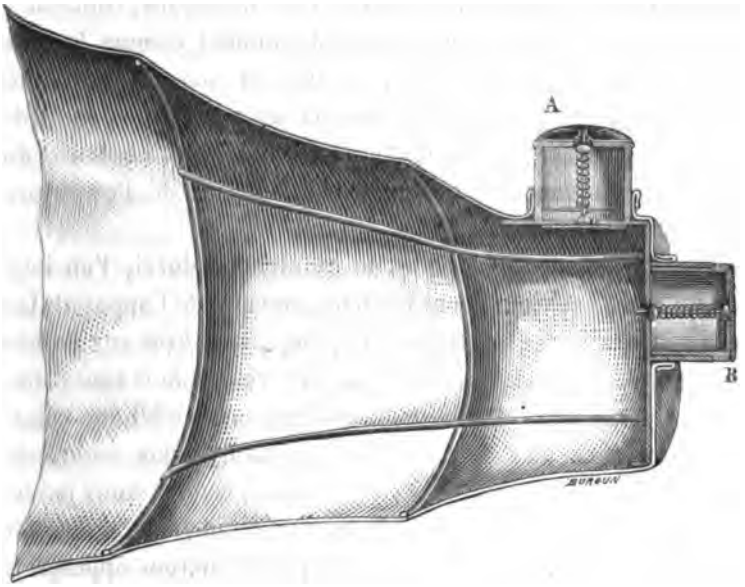


FIG. 1

voir la disposition et le jeu des soupapes, imaginées par M. Galante lui-même. A la partie supérieure, on voit une sorte de regard en laiton A faisant saillie et se terminant en bas comme en haut par une ouverture circulaire de $0^m,05$ de section. Deux traverses en X, et situées, l'une au niveau de l'ouverture externe ou supérieure du regard, l'autre à une petite distance de sont ouverture inférieure, sont percées à leur milieu, correspondant à l'axe du tube cylindrique, d'un trou dans lequel passe une tige

fixée, à son extrémité inférieure, au centre d'un disque ou clapet en caoutchouc durci, d'un diamètre un peu plus grand que celui de l'ouverture inférieure du tube de laiton formant regard ; à son extrémité supérieure libre, au-dessous de la traverse, cette tige est pourvue d'une sorte de petit écrou qui sert d'appui supérieur à un petit ressort à spires allongées, disposé entre les deux traverses pour maintenir le disque en contact avec les bords de l'ouverture inférieure, tant que sa tension n'est pas vaincue.

A l'extrémité rétrécie de la muselière, un ajutage B, également en laiton, d'une section égale à celle du regard, contient à son intérieur un anneau disposé absolument comme le tube supérieur, avec ses traverses, sa tige et son disque, mais le tout construit en caoutchouc durci et avec le ressort en fil de platine, afin d'éviter qu'il soit altéré par l'humidité. Les bords du disque s'appliquent exactement à plat sur ceux de l'ouverture extérieure de l'anneau.

On a compris que ces disques de caoutchouc durci, l'un intérieur, l'autre extérieur, sont les deux soupapes de l'appareil. Les deux organes en laiton, regard et ajutage, sont fixés sur un bâti en fort fil de fer galvanisé, qui forme la carcasse de la muselière. Cette carcasse est revêtue d'une enveloppe en caoutchouc vulcanisé, prolongée au delà du cercle supérieur, pour embrasser l'extrémité inférieure de la tête de l'animal, comme nous le verrons bientôt. Deux courroies en tissu de caoutchouc, dont l'une munie d'une boucle, sont fixées aux points latéraux opposés de la circonférence du cercle supérieur de la muselière, pour la maintenir appliquée sur la tête de l'animal en expérimentation. Une large bande de caoutchouc vulcanisé, appliquée circulairement sur le prolongement de l'appareil en place, assure les contacts de façon à intercepter tout passage de gaz entre cette enveloppe et les surfaces de la tête qu'elle recouvre. C'est ce dont j'ai pu m'assurer plusieurs fois directement en pressant sur la soupape de sortie.

Le jeu des soupapes de l'appareil ainsi construit est tellement sensible, et, d'un autre côté, la section des ouvertures sur les-

quelles leur disque s'applique est tellement conforme à celle des ouvertures mêmes des voies respiratoires, que dans aucun cas il n'est possible de constater la moindre différence dans le rhythme des mouvements du thorax, chez les animaux qui en sont pourvus. Avec ou sans la muselière, ils ont toujours le même nombre de respirations dans l'unité de temps. C'est ce qui a été bien des fois constaté par de nombreux témoins, dans mes expériences exécutées, en quelque sorte publiquement, dans les écuries et les étables de l'École, et auxquelles tout le personnel de l'établissement a bien voulu s'intéresser. Je ne puis manquer de faire honneur de ce résultat au constructeur de mon appareil, dont l'habileté a su le rendre possible du premier coup et sur la simple expression de mon désir.

De ce côté, il est donc certain que, par l'emploi de cet appareil, la fonction a été explorée dans ses conditions absolument normales. Je ne pense pas qu'on en puisse dire autant d'aucun des autres cas connus. Lorsque la muselière est en place, au moment où commence le mouvement de dilatation du thorax, la pression diminuant à l'intérieur, la soupape de la prise d'air s'abaisse, et l'air atmosphérique pénètre dans les voies respiratoires tant que dure la dilatation. Le thorax revenant sur lui-même expulse le mélange gazeux des poumons, et le mouvement de celui-ci suffit pour ouvrir largement la soupape de sortie.

Parlons maintenant des moyens employés pour le recueillir.

Un tube de caoutchouc à parois épaisses et recouvertes de tissu, long de $1^m,55$, et de $0^m,035$ de section, porte à l'une de ses extrémités un ajutage en laiton, dans lequel entre à frottement celui de la muselière pourvu de la soupape de sortie. Par son autre extrémité, ce tube embrasse en le serrant un tube métallique pourvu de sillons circulaires et d'une section intérieure de $0^m,043$. Ce tube métallique est embrassé de même, à l'autre bout, par le goulot assez épais d'un sac de caoutchouc à parois très-minces, en forme de parallélogramme rectangle, dont le grand côté, quand il est vide, a $1^m,20$, et le petit $0^m,80$. Un bouchon de caoutchouc, traversé par un tube à robinet terminé exté-

rieurement par une olive, ferme le sac considéré isolément, en s'introduisant dans l'extrémité du tube métallique à sillons circulaires fixé au goulot.

Voici comment on procède pour opérer.

Le sac, autant que possible privé d'air, par le contact de ses parois intérieures, est déposé à plat sur le sol devant l'animal en expérience, son goulot ouvert, et le bouchon tout près, à portée de la main. En dilatant l'extrémité du gros tube de caoutchouc, par les mains d'un aide, on y fait pénétrer l'extrémité libre du tube métallique du goulot. La communication est ainsi établie entre le tube conducteur et l'intérieur du sac. Cela fait, on laisse là tube et sac, pour placer à l'animal la muselière, que l'on fixe sur la nuque à l'aide des courroies bouclées, comme je l'ai déjà dit, et autour de la face au moyen de la bande. Puis on prend d'une main le tube conducteur du sac et de l'autre une montre, la tête de l'animal étant tenue sans contrainte par l'aide ou maintenue dans l'attitude naturelle par des longes attachées à deux piliers. Au moment voulu pour le commencement de l'expérience, après que la régularité de la respiration a été constatée, les contacts sont établis rapidement entre les ajutages du tube et de la muselière. A partir de ce moment, le mélange gazeux des poumons est envoyé régulièrement dans le sac, dont les parois se soulèvent sans difficulté pour le recevoir à chaque expiration, restant à leur niveau pendant l'inspiration, qui a pour effet de clore hermétiquement l'ouverture de communication, en attirant fortement le disque de la soupape sur ses bords, tandis qu'elle ouvre celle de la prise d'air.

Au signal de la fin de l'expérience, la courroie élastique de la muselière est rapidement enlevée de la nuque, et par le même mouvement on fait glisser tout l'appareil de manière à ce que l'animal puisse respirer librement. Le tube surmonté de la muselière, dont la soupape B s'oppose au retour ou à la sortie des gaz contenus dans le sac, est confié aux mains de l'aide. L'expérimentateur va alors prendre d'une main le goulot du sac, qu'il relève verticalement, de manière à intercepter toute communication de l'intérieur avec son tube métallique, puis il détache de

celui-ci le tube de caoutchouc et introduit ensuite le bouchon, s'étant préalablement assuré que le robinet de celui-ci était bien fermé. Le sac avec son contenu est enfin porté au laboratoire, pour effectuer le dosage.

La figure 2 représente l'ensemble de l'appareil en fonction.

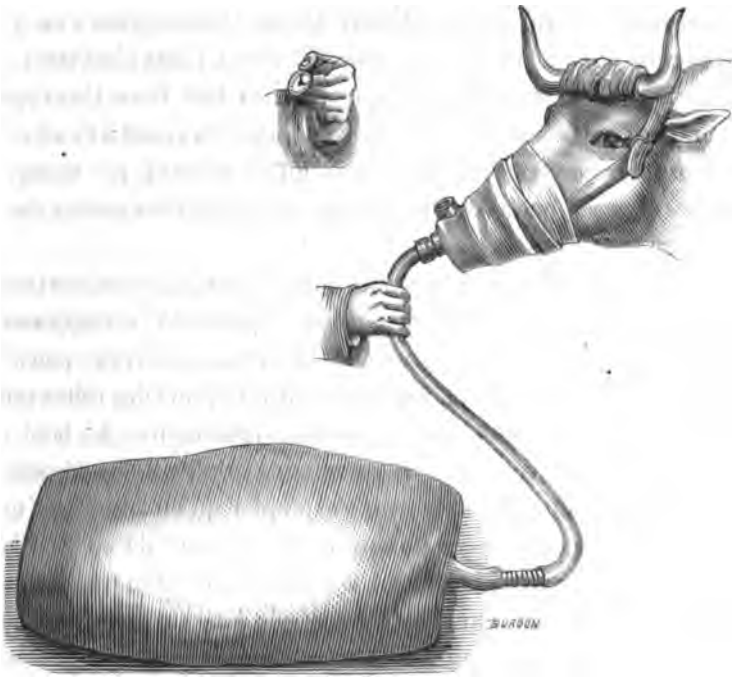


Fig. 2.

Pour doser l'acide carbonique, j'ai cru devoir donner la préférence à la méthode des pesées, qui ne nécessite aucune correction, sur celle des volumes. J'ai ainsi, je crois, évité une cause d'erreur qui, pour les quantités comme celles sur lesquelles j'ai opéré, n'est pas négligeable. Le gaz sec a été absorbé par la potasse à l'alcool pesée avant et après l'absorption. On faisait d'abord barboter le mélange gazeux dans l'acide sulfurique concentré contenu dans un tube à boules de Liebig, pour le débarrasser de son humidité. De là il passait successivement dans deux tubes en U, remplis de potasse à l'alcool en fragments, pour mul-

tiplier les surfaces absorbantes, puis dans un flacon témoin contenant une dissolution de baryte, et de là il se dégageait dans l'air du laboratoire. Le passage avait lieu lentement, par bulles espacées. Pour les quantités qu'on verra, l'opération n'a jamais duré moins de quatre à cinq heures, et le plus souvent elle a duré au moins huit heures. Aussi, non-seulement le témoin restait limpide, mais encore, dans la plupart des cas, l'absorption a eu lieu entièrement dans le premier tube. Et ceci a fourni le moyen de lever d'avance une objection qui pourrait être faite théoriquement, au sujet des pesées des tubes à potasse, eu égard à l'humidité atmosphérique dont il semblerait qu'ils n'aient pu manquer de se charger pendant leur manipulation pour les porter sur la balance.

J'ai pu constater bien des fois que le poids de mon deuxième tube n'avait pas varié d'une quantité égale à 1 milligramme. Pour mesurer exactement la limite de la cause d'erreur pouvant provenir de ce chef, j'ai laissé durant quinze jours des tubes remplis de potasse, ouverts à l'air de mon laboratoire. Au bout de ce temps, j'y ai trouvé des augmentations de poids ne dépassant pas 1 décigramme. Cela ne peut s'expliquer qu'en admettant que dans ces tubes l'air ne se renouvelle point, faute de circulation, et que les quantités admises aux deux ouvertures sont très-faibles. En tout cas, j'étais d'avance bien résolu à ne tirer aucune conclusion de différences qui, dans les résultats de mes expériences, n'auraient pas de beaucoup dépassé 1 décigramme. Je puis donc être parfaitement tranquille en ce qui concerne les causes d'erreur dans mes dosages. Dans les limites où elles se sont maintenues forcément, leur influence sur les résultats est tout à fait négligeable. Celle dont il s'agit ici aurait du reste toujours agi dans le même sens, les dosages ayant été tous faits dans les mêmes conditions. Et je rappelle que mes résultats devaient être non pas étudiés absolument, mais comparativement. Quant à ce qui est de l'exactitude des pesées, dans les limites qui viennent d'être indiquées et avec les balances de laboratoire dont nous disposons, il n'y a pas d'importance à s'y arrêter. C'est par luxe pur qu'il m'est arrivé de tenir compte de la troisième décimale, et je prie qu'on

m'en excuse. Je suis, pour ma part, en garde, quand je la rencontre avec une certaine affectation d'insistance, dans les travaux physiologiques qui, par leur nature même, ne comportent point un tel degré de précision.

Afin de faire passer le mélange gazeux du sac par l'appareil d'absorption de l'eau et de l'acide carbonique, il y avait deux moyens : l'aspiration et la pression. Les deux ont été employés ; mais j'ai dû donner la préférence à la pression, à cause de la difficulté de pouvoir compter sur la constance d'écoulement de l'eau dans la trompe que j'avais installée. J'ai fait construire une boîte de mêmes dimensions en longueur et en largeur que celles de mon sac de caoutchouc. Sa hauteur est telle que le sac distendu ne la dépasse pas. L'une de ses petites parois laisse un espace vide médian dans toute son étendue verticale, pour livrer passage au goulot du sac, qui descend à mesure que celui-ci se vide. Un couvercle solide, pouvant s'enfoncer en glissant par ses bords contre les parois internes de la boîte, jusqu'au fond, s'applique sur le sac rempli et contenu dans la boîte. Ce couvercle, plus ou moins chargé, exerce une pression uniforme sur le sac.

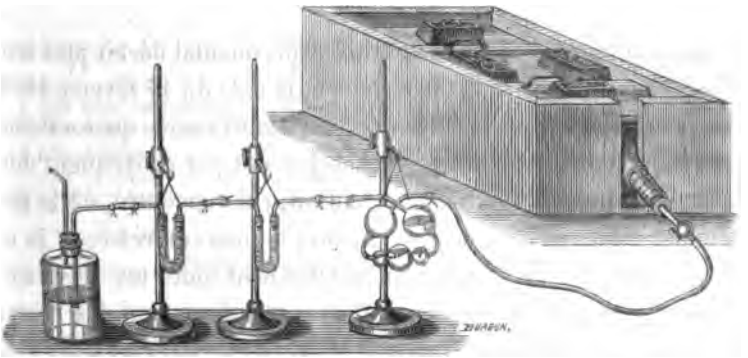


Fig. 3.

Une fois celui-ci déposé sur le fond de la boîte avec son contenu, on établit une communication entre lui et le tube de Liebig de l'appareil d'absorption, à l'aide d'un tube de caoutchouc qui embrasse par l'une de ses extrémités l'olive du robinet du sac.

Ce robinet étant ouvert à moitié environ, on charge le couvercle de la boîte jusqu'à ce que la résistance des boules d'acide sulfurique et du flacon témoin soit vaincue, puis on règle l'écoulement de manière à ce qu'il soit suffisamment lent, à l'aide du robinet. Quatre poids de 20 kilog., soit 80 kilog., sont au moins nécessaires pour obtenir une pression suffisante, tant que le sac conserve toute son étendue superficielle. Dès qu'il est possible de le plier en deux, la moitié suffit. La figure 3 montre les dispositions de l'appareil en marche.

Des petits défauts de solidité dans les parois du sac ont été bientôt mis en évidence, par ce fait que, pour des quantités approximativement égales de mélange gazeux et un écoulement égal aussi par les tubes, la durée totale de l'opération était réduite d'au moins à la moitié. On n'a jamais manqué alors de découvrir l'existence d'une fuite, nécessitant réparation. L'expérience, dans ces cas, a été considérée comme nulle, bien entendu. Il en a été de même toutes les fois que le moindre accident, survenu du côté des tubes ou du témoin, aurait pu vicier le résultat.

III. — EXÉCUTION DES EXPÉRIENCES.

Le premier essai du dispositif expérimental décrit plus haut porte, sur le registre du laboratoire, la date du 17 février 1873. La dernière expérience exécutée, qui était la cent-quatorzième, est du 13 avril 1875. Les recherches ont par conséquent duré plus de deux ans. Pour leur exécution, j'ai rencontré, de la part de mes élèves en général, le concours le plus empressé, et je me plais à leur en témoigner ici collectivement toute ma reconnaissance; mais parmi eux je dois plus particulièrement des remercîments à M. Marius Poileux et à M. X. Dybowski, mes deux aides les plus habituels.

22 équidés et 30 bovidés, en tout 52 grands animaux différents, ont fourni le matériel expérimental. J'avais voulu y soumettre aussi des ovidés; mais un premier essai fait sur un fort bélier de la variété Shropshiredown ayant déterminé, pour cause d'indocilité du sujet, un accident à l'appareil, j'ai dû m'en tenir là.

Les équidés et les bovidés, au contraire, se sont toujours prêtés volontiers à l'application de l'appareil, qui ne les gênait aucunement.

Ces 52 animaux se divisent en plusieurs catégories de fonctions, dont chacune comportait une alimentation différente ; mais dans chaque catégorie tous les individus recevaient la même alimentation. Afin de ne négliger aucune des circonstances individuelles, j'indiquerai en détail, sous la forme que comportent nos connaissances actuelles, la composition de la ration alimentaire de tous mes animaux d'expérience, dont il est toujours tenu note exacte sur les cahiers de service de l'École de Grignon, par les soins des élèves et sous la direction de mon répétiteur ainsi que sous ma propre surveillance.

Nous avons à l'École des chevaux pour les travaux agricoles, des chevaux de manége pour l'équitation et des chevaux carrossiers, plus un âne pour les petits transports intérieurs ; des bœufs de joug, des vaches laitières, des taureaux, et du jeune bétail d'élevage.

1° *Chevaux agricoles*. Du 1er avril 1873 au 15 du même mois, la ration journalière (1) a été la suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de luzerne...	6,270	1,070	0,210	1,927	2,602
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049	0,990	1,623
6,000	Avoine..... ...	5,178	0,720	0,360	3,396	0,540
8,000	Carottes.....	1,128	0,104	0,024	0,768	0,112
24,800		15,404	1,960	0,643	7,081	4,877

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,960}{\text{MNA } 0,643 + 7,081} = \frac{1}{3,9}$$

Tous les chevaux ainsi nourris étaient adultes. La relation des matières azotées nutritives aux matières non azotées reconnue expérimentalement comme la plus favorable à la digestion et à la nutrition des herbivores adultes étant $= \frac{1}{5}$ ou au-dessous, ils

(1) Toutes les rations indiquées seront calculées, quant à leur composition immédiate, en prenant pour base les moyennes probables des tables qui font partie du 1er volume, p. 184, de la deuxième édition de mon *Traité de zootechnie*.

étaient en conséquence dans les meilleures conditions d'alimentation.

A partir du 15 avril, la provision de carottes étant épuisée, l'aliment frais a été remplacé par 1k,500 d'avoine, et la ration a été composée comme il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de luzerne...	6,270	1,070	0,210	2,927	2,602
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049	0,990	1,623
7,500	Avoine.....	6,472	0,900	0,450	4,245	0,675
18,300		15,570	2,036	0,709	8,162	4,900

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,036}{\text{MNA } 0,709 + 8,162} = \frac{1}{4,3}$$

Cette ration a été continuée jusqu'au 15 juin. A partir de ce dernier jour, elle a fait place à la suivante, qui a duré jusqu'au 1er juillet :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
35,000	Sainfoin vert.....	7,525	1,125	0,245	2,975	2,660
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049	0,990	1,623
7,500	Avoine	6,472	0,900	0,450	4,245	0,675
45,800		16,825	2,091	0,744	8,210	4,958

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,091}{\text{MNA } 0,744 + 8,210} = \frac{1}{4,2}$$

Le 1er juillet, le fourrage vert étant épuisé, la ration est redevenue ce qu'elle était auparavant, avec 7k,500 foin de luzerne, 3k,300 paille de froment et 7k,500 avoine. La composition de cette ration ayant été indiquée précédemment, il est inutile de la répéter. Elle a duré jusqu'à la fin d'octobre.

Le 1er novembre, les carottes champêtres ont de nouveau été introduites dans l'alimentation, et la ration se composait de la manière suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de luzerne...	6,270	1,070	0,210	2,927	2,602
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049	0,990	1,623
7,500	Avoine.....	6,472	0,900	0,450	4,245	0,675
9,000	Carottes.....	1,269	0,117	0,027	0,864	0,126
27,300		16,839	2,153	0,736	9,026	5,026

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,153}{\text{MNA } 0.736 + 9,026} = \frac{1}{4,5}$$

Cette ration a été continuée sans variation jusqu'au 15 février 1874, tant qu'a duré la provision de carottes. A ce moment, elle a été modifiée de la manière suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de trèfle.....	6,532	1,005	0,240	2,137	2,497
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049	0,990	1,623
7,500	Avoine	6,472	0,900	0,450	4,245	0,675
18,300		15,832	1,971	0,739	7,372	4,795

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,971}{\text{MNA } 0,739 + 7,372} = \frac{1}{4,1}$$

Au 1er avril, la ration a subi un nouveau changement. Le foin de trèfle y a été remplacé par un poids égal de foin de luzerne. La composition et la relation nutritive de cette ration comportant 7k,500 de foin, 3k,300 de paille de froment et 7k,500 d'avoine ont été déjà données plus haut. Il serait donc superflu de les répéter.

Du 1er au 15 mai, l'alimentation a subi deux changements, dont l'un a consisté à substituer progressivement un fourrage vert au fourrage sec. Voici ce qui est, à ce sujet, consigné au cahier de service : « A partir du 1er mai, les travaux n'étant plus aussi pénibles et aussi pressants, la quantité d'avoine avait été diminuée et réduite de 7k,500 à 6 kil. La relation nutritive des chevaux était donc, du 1er au 13, plus que suffisante. Le 13, à midi, on a ajouté à la ration 25 kil. de luzerne verte en les mélangeant avec le foin, et les jours suivants la quantité a augmenté à mesure que celle du foin était réduite à zéro. Jusqu'au 15 juin, la ration a donc été composée comme il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
30,000	Luzerne verte.....	7,410	1,350	0,210	2,520	2,790
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049.	0,990	1,623
6,000	Avoine.....	5,178	0,720	0,360	3,396	0,540
39,300		15,416	2,136	0,619	6,906	4,953

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,136}{\text{MNA } 0,619 + 6,906} = \frac{1}{3,5}$$

Au 15 juin, le régime du vert étant terminé, la ration a été ramenée aux proportions précédentes de foin de luzerne 7k,500, avec 6 kil. d'avoine seulement, ce qui donne, pour la relation nutritive, les nombres suivants :

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,856}{\text{MNA } 0,619 + 7,313} = \frac{1}{4,2}$$

Le 1er octobre, à la rentrée, voici quelle était la ration :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de luzerne...	6,270	1,070	0,210	2,927	2,602
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049	0,990	1,623
7,500	Avoine.....	6,472	0,900	0,450	4,245	0,675
0,600	Son de froment....	0,519	0,084	0,022	0,270	0,109
18,900		16,089	2,120	0,731	8,432	5,009

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,120}{\text{MNA } 0,731 + 8,632} = \frac{1}{4,3}$$

A partir du 15 octobre, le son a été remplacé dans cette ration par 8 kil. de carottes, ce qui a donné une composition et une relation sensiblement égales à celles de la ration du 1er novembre de l'année précédente, indiquée plus haut. Celle-ci n'en diffère, en effet, que par 1 kil. de carottes en moins, ce qui diminue seulement de 12 grammes sur 2k,153 la richesse en protéine, quantité absolument négligeable. Pour avoir au besoin la valeur de cette ration, il suffira donc de se reporter à celle de l'année précédente. C'est la ration d'hiver, la plus riche à cause de l'intensité des travaux.

Le 1er janvier 1875, cette ration a été encore modifiée par la substitution du foin de trèfle au foin de luzerne, et par la sup-

pression de 1 kil. d'avoine. Voici la composition de la nouvelle :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,000	Foin de trèfle.....	5,880	0,938	0,224	1,995	2,331
3,300	Paille d'avoine....	2,828	0,082	0,066	1,164	1,359
6,000	Avoine.....	5,178	0,720	0,360	3,396	0,540
8,000	Carottes.....	1,128	0,104	0,024	0,768	0,112
24,300		15,014	1,844	0,674	7,323	4,342

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,864}{\text{MNA } 0,674 + 7,323} = \frac{1}{4,2}$$

A partir du 1er mars jusqu'à la fin des expériences, arrivée le 13 avril, la ration a été composée de la manière suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de luzerne....	6,270	1,070	0,210	2,927	2,602
3,300	Paille de froment..	2,828	0,066	0,049	0,990	1,623
6,000	Avoine.....	5,178	0,720	0,360	3,396	0,540
16,800		14,276	1,856	0,619	7,313	4,765

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,856}{\text{MNA } 0,619 + 7,313} = \frac{1}{4,2}$$

On voit que sous ses variations de composition, l'alimentation des chevaux agricoles a toujours sensiblement conservé la même relation nutritive, et par conséquent qu'elle a toujours été digérée à peu de chose près dans les mêmes proportions. Ces chevaux ayant un poids vif moyen d'environ 650 kil., ils ont toujours reçu, en matière sèche nutritive, entre 2,5 et 2,7 pour 100 de leur poids, la plus forte proportion correspondant à des travaux plus intenses, et ainsi à des dépenses de chaleur plus fortes. Il sera intéressant de vérifier si les périodes de déploiement intense de travail correspondent à des éliminations plus considérables d'acide carbonique.

2° *Chevaux de manége.* — L'alimentation des chevaux d'équitation est invariable et uniforme comme leur travail. Voici la ration qu'ils ont reçue chaque jour, durant toute la période des expériences :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de pré.....	4,285	0,425	0,150	1,765	1,465
5,000	Paille de froment..	4,285	0,100	0,075	1,750	2,460
4,500	Avoine.....	3,883	0,540	0,270	2,547	0,385
1,000	Son de froment....	0,866	0,140	0,038	0,450	0,183
0,650	Farine d'orge.....	0,577	0,075	0,031	0,226	0,207
16,150		13,896	1,280	0,564	6,738	4,700

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,280}{\text{MNA } 0,564 + 6,738} = \frac{1}{5,7}$$

3° *Chevaux carrossiers.* — De même que celle des chevaux de manége, la ration des carrossiers a été invariable, ainsi qu'il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de luzerne...	4,180	0,750	0,140	1,285	1,735
5,000	Paille de froment..	4,285	0,100	0,075	1,750	2,460
7,500	Avoine.....	6,472	0,900	0,450	4,245	0,675
17,500		14,937	1,750	0,665	7,280	4,870

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,750}{\text{MNA } 0,665 + 7,280} = \frac{1}{4,5}$$

4° *Vaches et jeune bétail.* — Il y a une remarque préalable à faire au sujet de l'alimentation des sujets de la vacherie, afin de simplifier l'exposé des rations consommées durant la période de deux années qu'embrasse la série des expériences. Chaque fois, la ration complète, avec son complément d'aliments concentrés, tels que son et farine d'orge, n'était donnée qu'aux vaches en lactation et au jeune bétail. Les vaches dont les mamelles étaient taries ne recevaient point ces derniers aliments, mais seulement ceux qui formaient la base générale de la ration. En comparant ultérieurement les résultats, on pourra donc facilement vérifier, par le relevé de l'état individuel des sujets au moment de l'expérience, l'influence qui a été attribuée aux aliments amylacés sur l'élimination de l'acide carbonique.

Le 1er avril 1873, la ration de la vacherie était la suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de pré.....	6,427	0,637	0,225	2,872	2,197
1,875	Menue paille.....	1,606	0,037	0,018	0,654	0,922
30,000	Betteraves globe jaune.	10,200	1,080	0,099	8,280	0,300
1,230	Farine d'orge.....	1,093	0,142	0,060	0,428	0,492
0,735	Son de froment.....	0,633	0,102	0,027	0,330	0,134
0,025	Sel de cuisine.....	—	—	—	—	—
41,365		19,959	1,998	0,420	12,564	4,045

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,998}{\text{MNA } 0,420 + 12,564} = \frac{1}{6,4}$$

Le 27 avril les bêtes furent mises au régime de l'herbe, dont la ration a été calculée comme il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
60,000	Herbe de prairie...	16,860	1,860	0,480	7,260	6,000
1,230	Farine d'orge.....	1,093	0,142	0,060	0,428	0,492
0,735	Son de froment....	0,633	0,102	0,027	0,330	0,134
61,965		18,586	2,104	0,567	8,018	6.626

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,104}{\text{MNA } 0,567 + 8,018} = \frac{1}{4}$$

Le 15 juin, l'herbe de prairie a été remplacée par du sainfoin :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
55,000	Sainfoin vert.....	11,725	1,925	0,385	4,715	4,180
1,230	Farine d'orge.....	1,093	0,142	0,060	0,428	0,492
0,735	Son de froment....	0,633	0,102	0,027	0,330	0,134
56,965		13,451	2,169	0,472	5,473	4,806

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,169}{\text{MNA } 0,472 + 5,473} = \frac{1}{2,7}$$

Le 1er octobre, à la rentrée de l'École, les animaux de la vacherie recevaient :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
35,000	Herbe de prairie...	9,835	1,105	0,280	4,235	3,500
20,500	Maïs fourrage.....	3,649	0,307	0,123	2,111	0,863
1.230	Farine d'orge.....	1,093	0,142	0,060	0,428	0,492
0,735	Son de froment....	0,633	0,102	0,027	0,330	0,134
57,465		15,210	1,656	0,490	7,104	4,989

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,656}{\text{MNA } 0,490 + 7,104} = \frac{1}{4,5}$$

Le 1er novembre, ils ont reçu :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
4,000	Foin de pré.....	3,428	0,340	0,120	1,312	1,172
35,000	Herbe de prairie...	9,835	1,105	0,280	4,235	3,500
1,230	Farine d'orge.....	1,093	0,142	0,060	0,428	0,492
0,735	Son de froment....	0,633	0,102	0,027	0,330	0,134
40,965		14,989	1,689	0,487	6,305	5,298

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,689}{\text{MNA } 0,487 + 6,305} = \frac{1}{4}$$

A partir du 20 novembre, le régime de l'herbe a été remplacé par celui des betteraves. La ration suivante a été composée :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de pré.....	4,285	0,425	0,150	1,765	1,465
15,000	Betteraves globe jaune.	5,100	0,540	0,045	4,140	0,150
3,000	Balles d'avoine.....	2,571	0,120	0,045	0,846	1,020
1,000	Farine d'orge.....	0,889	0,116	0,049	0,348	0,319
1,000	Son de froment.....	0,866	0,140	0,038	0,450	0,183
0,025	Sel de cuisine.....	—	—	—	—	—
25,025		13,711	1,341	0,327	7,549	3,137

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,341}{\text{MNA } 0,327 + 7,549} = \frac{1}{5,8}$$

Le 15 décembre, la même composition a été augmentée dans les proportions suivantes :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
5,500	Foin de pré.....	4,713	0,467	0,165	1,941	1,611
25,000	Betterave globe jaune.	8,500	0,900	0,075	6,900	0,250
3,000	Balles d'avoine.....	2,571	0,120	0,045	0,846	1,020
1,000	Farine d'orge.....	0,889	0,116	0,049	0,348	0,319
1,000	Son de froment.....	0,866	0,140	0,038	0,450	0,183
0,025	Sel de cuisine.....	—	—	—	—	—
35,525		17,539	1,743	0,372	10,485	3,383

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,743}{\text{MNA } 0,372 + 10,485} = \frac{1}{6.2}$$

Ce régime d'hiver a duré jusqu'à la fin du mois d'avril 1874. Le 1er mai, il a fait place à la ration composée comme il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
1,000	Foin de pré.....	0,857	0,085	0,030	0,353	0,293
50,000	Herbes de prairie..	14,050	1,550	0,400	6,050	5,000
1,000	Farine d'orge.....	0,889	0,116	0,049	0,348	0,319
1,000	Son de froment....	0,866	0,140	0,038	0,450	0,183
0,025	Sel de cuisine.....	—	—	—	—	—
53,025		16,662	1,891	0,517	7,201	5,785

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,891}{\text{MNA } 0,517 + 7,201} = \frac{1}{4}$$

De cette ration on a supprimé, le 15 juin, le foin de pré, et l'on y a augmenté la proportion de farine d'orge. Sa composition est devenue la suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
50,000	Herbes de prairie..	14,050	1,550	0,400	6,050	5,000
1,800	Farine d'orge.....	1,600	0,208	0,088	0,626	0,574
1,000	Son de froment....	0,866	0,140	0,038	0,450	0,183
52,800		16,516	1,898	0,526	7,126	5,757

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,898}{\text{MNA } 0,526 + 7,126} = \frac{1}{4}$$

A partir du 15 juillet, les herbes étant devenues moins abondantes, on y a suppléé par du maïs fourrage. Voici la nouvelle composition de la ration :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
35,000	Herbes de prairie..	9,835	1,085	0,280	4,235	3,500
14,000	Maïs fourrage.....	2,492	0,210	0,084	2,042	0,358
1,800	Farine d'orge.....	1,600	0,208	0,088	0,626	0,574
1,000	Son de froment....	0,866	0,140	0,038	0,450	0,183
51,800		14,793	1,643	0,490	7,353	4,615

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,643}{\text{MNA } 0,490 + 7,353} = \frac{1}{4,7}$$

Le 1er octobre, à la rentrée de l'École, les animaux de la vacherie recevaient :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
25,000	Herbes de prairie..	7,025	0,775	0,200	3,025	2,500
28,000	Maïs fourrage.....	4,984	0,420	0,168	4,084	0,716
3,000	Farine d'orge.....	2,667	0,348	0,147	1,044	0,957
2,500	Son de froment....	2,165	0,350	0,095	1,125	0,457
58,500		16,841	1,893	0,610	9,278	4,630

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,893}{\text{MNA } 0,610 + 9,278} = \frac{1}{5,2}$$

A partir du 19 octobre a commencé l'alimentation d'hiver à base de betteraves, et la ration a été composée comme il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de pré.....	4,285	0,425	0,150	1,765	1,465
30,000	Betteraves globe jaune.	10,200	1,080	0,090	8,270	0,300
3,000	Menue paille.....	2,571	0,060	0,045	1,050	1,476
1,800	Farine d'orge.....	1,600	0,208	0,088	0,626	0,574
1,000	Son de froment.....	0,866	0,140	0,038	0,450	0,183
0,025	Sel de cuisine.....	—	—	—	—	—
40,825		19,522	1,913	0,411	12,171	3,998

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,913}{\text{MNA } 0,311 + 12,171} = \frac{1}{6,5}$$

Cette ration a été continuée jusqu'au delà du moment de la clôture des expériences, en avril 1875.

En récapitulant ce qui concerne l'alimentation des animaux de la vacherie, on voit que pour eux la relation nutritive a varié entre les limites de 1 : 2,7 et 1 : 6,5. Le plus souvent elle s'est maintenue entre 1 : 3 et 1 : 5, ce qui est la relation normale. La quantité de matière sèche alimentaire journalière a varié de 13k,711 à 19k,959. Ce dernier nombre correspond à la ration d'hiver, à base de betteraves. La plupart des autres rations se rapprochent de 16 kil. en nombre rond. Or, le poids vif moyen des bêtes était d'environ 650 kil. Cela fait environ 2,5 p. 100 du poids vif, ce qui est aussi la proportion normale. Les animaux peuvent donc être considérés comme bien nourris, en général. Les variations de quantité et de qualité, rapprochées plus tard des résultats constatés dans les recherches sur l'exhalation de l'acide carbonique, pourront servir à déterminer, en ce cas aussi, l'influence attribuée à l'alimentation.

5° *Bœufs*. — Le 1er avril 1873, la ration des bœufs était composée de :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de pré.....	6,427	0,637	0,225	2,872	2,197
2,500	Paille d'avoine.....	2,142	0,062	0,050	0,840	1,030
2,000	Menue paille.....	1,714	0,040	0,030	0,700	0,984
23,000	Betteraves globe jaune.	7,820	0,828	0,067	6,348	0,230
2,000	Avoine.....	1,726	0,240	0,120	1,132	0,180
37,000		19,829	1,807	0,494	11,892	3,621

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,807}{\text{MNA } 0,494 + 11,892} = \frac{1}{6,8}$$

Le 1er mai, les betteraves ont été remplacées par des herbes de prairie. La ration avait alors la composition suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de pré.....	6,427	0,637	0,225	2,872	2,197
40,000	Herbes de prairie..	11,240	1,240	0,320	4,840	4,000
2,000	Avoine.....	1,726	0,240	0,120	1,132	0,180
49,500		19,393	2,117	0,665	8,844	6,377

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,117}{\text{MNA } 0,665 + 8,844} = \frac{1}{4,4}$$

Le 1er juin, la proportion de foin a été diminuée et celle des herbes augmentée. L'avoine a été supprimée. La composition de la ration s'est établie ainsi :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de pré.....	4,285	0,425	0,150	1,765	1,465
80,000	Herbes de prairie...	22,480	2,480	0,640	9,680	8,000
85,000		26,765	2,905	0,790	11,145	9,465

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,905}{\text{MNA } 0,790 + 11,445} = \frac{1}{4,2}$$

Le 15 juin, l'herbe de prairie a été remplacée par du sainfoin vert et la proportion de foin diminuée. Voici la nouvelle composition de la ration :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligne
k		k	k	k	k	k
2,500	Foin de pré.....	2,142	0,212	0,075	0,882	0,732
60,000	Sainfoin vert....	12,900	2,100	0,420	5,100	4,560
62,500		15,042	2,312	0,495	5,982	5,292

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,313}{\text{MNA } 0,495 + 5,982} = \frac{1}{2,8}$$

Le 1er octobre, à la rentrée, les bœufs recevaient du maïs fourrage et du foin, dans les proportions suivantes :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de pré.....	4,285	0,425	0,150	1,765	1,465
80,000	Maïs fourrage.....	14,240	1,200	0,480	8,240	3.760
85,000		18,525	1,625	0,630	10,005	5,225

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,625}{\text{MNA } 0,630 + 10,005} = \frac{1}{6,5}$$

Le 15 octobre, le maïs étant épuisé, a commencé la ration d'hiver, composée comme il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k		k	k
7,500	Foin de pré.....	6,427	0,637	0,225	2,872	2,197
25,000	Betteraves globe jaune.	8,500	0,900	0,075	6,900	0,250
1,500	Balles d'avoine.....	1,285	0,060	0,022	0,423	0,510
34,000		16,212	1,597	0,322	10,195	2,957

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,597}{\text{MNA } 0,322 + 10,195} = \frac{1}{6,5}$$

Cete ration a pu être continuée jusqu'à la fin du mois d'avril 1874, tant qu'a duré la provision de betteraves.

Le 1er mai, elle a fait place à la suivante :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de pré.....	6,427	0,637	0,225	2,872	2,197
45,000	Vesces en vert.....	8,100	1,565	0,270	4,635	2,115
52,500		14,527	2,192	0,495	7,507	4,312

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,192}{\text{MNA } 0,495 + 7,507} = \frac{1}{3,6}$$

Cette ration a duré jusqu'au 15 juin. A cette date, le vert de vesce a été remplacé par des herbes de prairie et la ration a pris la composition ci-après :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
7,500	Foin de pré.....	6,427	0,637	0,225	2,872	2,197
60,000	Herbes de prairie..	16,860	1,860	0,480	7,260	6,000
67,500		23,287	2,497	0,705	10,132	8,197

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 2,497}{\text{MNA } 0,705 + 10,132} = \frac{1}{4,3}$$

Le 15 juillet, les bœufs ont été mis au régime du maïs fourrage exclusivement. Ils en recevaient 70 kil., contenant : matière sèche, 13k,460 ; protéine, 1,050 ; matières grasses, 0k,420 ; extractifs non azotés, 7k,210 ; ligneux, 3k,290. D'où :

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,050}{\text{MNA } 0,420 + 7,210} = \frac{1}{7,2}$$

Ce qui constitue bien évidemment, à tous égards, une ration

très-inférieure à la précédente et permettra, le cas échéant, d'en apprécier l'influence sur l'élimination de l'acide carbonique.

A la rentrée, au 1er octobre, les bœufs étaient encore nourris avec du maïs, mais avec une addition d'avoine, dans les proportions suivantes :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
50,000	Maïs fourrage.....	8,900	0,750	0,300	5,150	2,350
1,400	Avoine.....	1,208	0,168	0,084	0,792	0,120
51,400		10,108	0,918	0,384	5,942	2,472

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 0,918}{\text{MNA } 0,384 + 5,942} = \frac{1}{6,8}$$

Le 15 octobre a commencé la ration d'hiver, dans laquelle est d'abord entrée la pulpe de sucrerie, ainsi qu'il suit :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de pré.....	4,285	0,425	0,150	1,765	1,465
45,000	Pulpe de betterave pressée.	13,365	0,855	0,090	8,235	2,835
3,000	Menue paille.....	2,571	0,060	0,045	1,050	1,476
53,000		20,221	1,340	0,285	11,050	5,776

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,340}{\text{MNA } 0,285 + 11,050} = \frac{1}{8,4}$$

Le 1er janvier 1875, la ration a été considérablement modifiée. Voici sa nouvelle composition :

		Matière sèche.	Protéine.	Matières grasses.	Extractifs non azotés.	Ligneux.
k		k	k	k	k	k
5,000	Foin de pré.....	4,285	0,425	0,150	1,765	1,465
30,000	Betteraves globe jaune.	10,200	1,080	0,090	8,280	0,300
3,000	Menue paille.....	2,571	0,060	0,045	1,050	1,476
1,500	Avoine.....	1,294	0,180	0,090	0,849	0,135
39,500		18,350	1,745	0,375	11,944	3,376

$$\text{Relation nutritive} = \frac{\text{MA } 1,745}{\text{MNA } 0,375 + 11,944} = \frac{1}{7}$$

Cette ration a duré jusqu'à la clôture des expériences et au delà.

Ce qui frappera dès à présent, ce sont les grandes variations observées dans l'alimentation des bœufs, durant la période de deux ans que comprennent nos recherches. Ces variations nous fourniront d'utiles points de comparaison pour en discuter les résultats, au point de vue dont il s'agit ici.

Maintenant que nous avons tous les documents nécessaires au sujet de nos animaux d'expérience, et plus complets, je pense, qu'aucun expérimentateur français ne les avait encore fournis pour ce qui concerne leur alimentation, j'ajouterai seulement que chez tous ces animaux, sans aucune exception, le mélange gazeux expulsé des poumons a été recueilli, selon le manuel opératoire décrit précédemment, durant un temps invariable de deux minutes. L'opération a toujours été effectuée par moi-même. Par conséquent, s'il y a eu, dans la mesure du temps par la lecture de la montre, erreur en plus ou en moins, dépendant de ce qu'on nomme, en astronomie, l'équation personnelle, cette erreur étant constante s'annule et devient négligeable. J'ai seul aussi fait tous les dosages. Aucun de mes aides n'est jamais intervenu que pour m'assister dans les détails secondaires de l'opération.

Je ne crois pas inutile de dire que dans l'exécution de mes longues recherches, j'ai poussé le scrupule expérimental jusqu'à m'abstenir complétement, tant qu'elles ont duré, de m'occuper de la signification des résultats qu'elles donnaient. Ces résultats étaient enregistrés chaque fois tels qu'ils avaient été obtenus, et je m'efforçais d'oublier les précédents, afin de me mettre sûrement en garde contre toute idée préconçue autre que celle de me conformer strictement à mon programme d'exécution. Ils n'ont été comparés entre eux que plusieurs mois après la clôture des expériences, et c'est alors seulement que leur signification est devenue évidente par la discussion méthodique à laquelle ils ont été soumis. Jusque-là, je n'aurais pas été en mesure de dire ce qu'ils contenaient; et il m'est arrivé bien des fois, durant le cours de mes expériences, d'être obligé de répondre en ce sens aux interrogations de ceux qui s'y intéressaient. Je puis donc avoir la pleine assurance de ne m'être laissé entraîner, à mon insu, à rien autre chose que la préoccupation de recueillir les faits avec la plus complète exactitude possible, étant dans la situation d'indifférence absolue à l'égard des conclusions auxquelles ils devaient me conduire.

(*La suite au prochain numéro.*)

RECHERCHES

SUR

QUELQUES ÉPITHÉLIUMS PLATS

DANS LA SÉRIE ANIMALE (1)

(PREMIÈRE PARTIE)

Par MM. F. TOURNEUX et G. HERRMANN

PLANCHES V ET VI

Ce travail est la suite de recherches que l'un de nous a publiées antérieurement dans ce même journal (2). Sans nous arrêter à l'historique de la question, nous nous contenterons de passer en revue les différents animaux que nous avons examinés, et de décrire les différences d'aspect et les modifications qu'y présente l'épithélium des séreuses. Nous regrettons de ne pas pouvoir faire ici l'étude générale de cet épithélium dans toute la série animale. Le temps et surtout les sujets d'étude nous ont manqué. Ce travail sera donc incomplet à bien des points de vue. Nous croyons cependant devoir le publier, car il pourra servir de point de départ à des recherches plus complètes et plus approfondies.

Nos observations ont surtout porté sur les vertébrés, poissons, batraciens, reptiles, oiseaux et mammifères. Sans nous en tenir exclusivement à l'épithélium des séreuses, nous aurons occasion, dans le cours de cette énumération, de décrire certains épithéliums qui présentent beaucoup d'analogie avec celui des séreuses, comme par exemple l'épithélium des cavités aériennes des oiseaux et de l'arrière-fond du poumon des ophidiens.

En dehors des vertébrés, nous n'avons examiné qu'un nombre très-restreint d'animaux. Les résultats que nous avons obtenus à

(1) Les recherches que résume ce travail ont été faites dans le laboratoire d'histologie zoologique de l'École des hautes études.

(2) *Recherches sur l'épithélium des séreuses*, par M. F. Tourneux. 1874, janvier-février.

l'aide de l'imprégnation au nitrate d'argent ne sont que fort imparfaits, et surtout ne sauraient être généralisés, vu le nombre limité de nos recherches à ce sujet. Néanmoins nous signalerons au commencement les essais que nous avons tentés.

Les procédés de nitratation que nous avons employés sont les mêmes que ceux indiqués dans notre premier travail.

Nous avons eu surtout recours au lavage superficiel à l'aide d'une solution de nitrate d'argent à 3 pour 1000. Si cette méthode n'a pas l'avantage de nitrater les parties profondes des tissus, du moins délimite-t-elle d'une façon très-nette les cellules de la couche épithéliale superficielle. A ce premier procédé, nous avons ajouté l'imbibition prolongée de la membrane à traiter dans une solution de nitrate d'argent plus faible que la précédente. Comme dans le premier cas, le tissu est ensuite retiré du bain de nitrate d'argent et plongé dans de l'alcool à 36°. Ce procédé est surtout applicable au centre phrénique des mammifères.

Enfin nous devons mentionner un détail qui peut avoir quelque importance au point de vue de la technique microscopique. Dans plusieurs imprégnations au nitrate d'argent faites par un temps couvert, nous eûmes l'idée d'employer la lumière artificielle du gaz ; nous réussîmes ainsi à obtenir des préparations qui, sans avoir toute la netteté de celles que donne une lumière solaire moyenne, permettent cependant de déterminer la forme et les dimensions des cellules. Les cellules du péricarde de l'escargot dont nous donnons la figure ont été imprégnées de cette façon. Nous sommes persuadés, du reste, qu'en variant la quantité de lumière, et surtout en employant une lumière photogénique, comme celle du magnésium, on arriverait par ce procédé à un résultat très-satisfaisant (1).

ÉCHINODERMES.

Bien que l'épithélium qui tapisse la cavité générale des échi-

(1) Nous avons eu récemment l'occasion d'examiner des préparations faites de la même manière sur les épithéliums amniotique et allantoïdien d'un embryon de cochon d'Inde, et mis à notre disposition par M. Dastre. Sur ces pièces les cellules étaient très-nettement délimitées ; c'est là une nouvelle preuve en faveur des imprégnations à la lumière artificielle.

nodermes ne rentre pas, à proprement parler, dans la classe des épithéliums plats, nous signalerons les particularités suivantes observées sur des pièces qui n'étaient pas aussi parfaites que celles qu'on obtient habituellement. Cela est dû sans doute à ce que les tissus de ces animaux sont fortement imprégnés de sel marin, et quand on veut les soumettre à l'imprégnation d'argent on n'obtient qu'un précipité irrégulier qui ôte aux préparations toute la netteté désirable.

Aussi faut-il avoir soin préalablement de les plonger pendant un certain temps dans de l'eau distillée (le lavage seul ne suffirait pas), de façon à les débarrasser de la plus grande partie du chlorure de sodium dont ils sont imprégnés.

Cet épithélium ne se compose pas de cellules plates analogues à celles des séreuses des animaux supérieurs, car il acquiert en certains points une épaisseur notable. Aussi est-il préférable, en certaines circonstances, de substituer à l'imprégnation d'argent l'action des autres réactifs propres à fixer les éléments anatomiques, tels que l'acide osmique et l'alcool. Ce dernier trouvera surtout son application lorsqu'on voudra pratiquer des coupes sur les différents tissus des échinodermes (intestin, viscères). Cet épithélium qu'on poursuit à la face interne de tout le tégument calcaire, ainsi qu'à la surface de tous les viscères, offre la même configuration chez tous les échinodermes que nous avons examinés : oursins, holothuries, étoiles de mer. Il se compose, en général, de cellules pavimenteuses mesurant en moyenne de 10 à 20 μ, et possédant un noyau sphérique, petit et très-réfringent. Cette forme est toutefois susceptible de se modifier sur les différents organes d'un même animal ; c'est ainsi qu'à la face externe du tube digestif des oursins il augmente légèrement d'épaisseur ; par contre, sur les brides qui servent à fixer l'intestin à la paroi du corps comme un mésentère rudimentaire, il se rapproche davantage de la forme lamelleuse.

Tous ces éléments offrent en général des dimensions très-réduites. Le diamètre des plus grands, ceux qui revêtent le mésentère de l'*Amphidotus cordatus*, n'excède pas 15 à 18 μ ; leur épaisseur à ce niveau n'est que de 3 à 5 μ. Ces mesures peuvent égale-

ment s'appliquer aux cellules qui tapissent le mésentère très-nettement réticulé de l'holothurie. Celles qui recouvrent la face profonde du tégument des oursins n'atteignent que 10 μ de diamètre. Elles sont encore plus petites sur les vésicules ambulacraires (Gegenbaur) des astéries où elles ne mesurent que 6 à 8 μ.

Nous mentionnerons en passant, et sans nous y arrêter, au-dessous de l'épithélium qui revêt les organes foliacés considérés par quelques auteurs comme des branchies, l'existence d'une double couche de grandes cellules offrant tous les caractères des épithéliums vasculaires. Comme ces derniers, elles sont allongées suivant l'axe des folioles et présentent des contours sinueux. On ne saurait donc les rattacher au système vasculaire aquifère, tapissé, selon les auteurs (Gegenbaur, *Anat. comp.*, p. 313), par un épithélium vibratile. Ces cellules représenteraient plutôt selon nous un véritable épithélium vasculaire ; des éléments analogues ont d'ailleurs été décrits par Leydig à la face interne du tube cardiaque des échinus (Leydig, *Arch. Anat. Phys.*, 1854, p. 311).

Les différents observateurs (Leydig, Gegenbaur, etc.) signalent sur toute l'étendue de la face interne des échinodermes un épithélium à cils vibratiles. Par suite des procédés employés, nous n'avons pu vérifier cette assertion sur nos pièces ; néanmoins nous avons peine à admettre la présence de cils sur l'épithélium si nettement lamelleux du mésentère réticulé de l'holothurie.

ANNÉLIDES.

Dans ce groupe nos recherches n'ont pu porter que sur quelques animaux (*Lombricus terrestris*) possédant une cavité générale du corps nettement définie, bien que traversée par de nombreuses brides qui rattachent l'intestin au tégument externe. Chez certains genres, en effet (hirudinées), la paroi de l'intestin n'est séparée de celle du corps par aucun espace appréciable.

La plupart des auteurs considèrent cette cavité comme faisant partie du système circulatoire. Nos résultats tendraient jusqu'à un certain point à confirmer cette opinion. Les imprégnations au nitrate d'argent mettent en évidence à la face interne du

tégument externe, aussi bien qu'à la surface des différents viscères un dessin continu de cellules épithéliales qui par leurs dimensions et leurs caractères extérieurs se rapprochent en effet beaucoup plus d'un revêtement lymphatique que d'un revêtement séreux. Ces cellules mesurent de 20 à 25 μ de diamètre. Leurs contours sont sinueux, irréguliers; cet aspect est surtout apparent à la face profonde de l'enveloppe cutanée; on le rencontre avec quelques modifications à la surface de l'intestin et des organes génitaux. A d'autres endroits cependant, et surtout au-dessus des gros vaisseaux, les cellules affectent une forme plus régulière, bien que leurs contours présentent toujours quelques sinuosités. Ce revêtement épithélial se prolonge également sur les travées mésentériques.

INSECTES CRUSTACÉS.

Le nitrate d'argent ne nous a fourni que peu d'applications à l'étude des insectes et des crustacés. Nous signalerons cependant la délimination possible à l'aide de ce réactif des cellules chitinogènes, ce qui permet d'étudier leur forme et leur disposition dans certaines régions, où sans cela leur recherche devient assez difficile. Telle est la couche qui revêt en dehors la paroi chitineuse des renflements trachéens que l'on rencontre à la base de l'abdomen, et que nous désignerons, pour plus de simplicité, sous le nom de sacs aériens, et celle qui, à l'inverse, tapisse intérieurement la couche de chitine des branchies des crustacés.

Le procédé opératoire qui nous a servi pour mettre en évidence les cellules des sacs aériens des insectes est assez délicat; aussi y insisterons-nous. La face interne de ces sacs présente, en effet, une série de plis qui rendent l'observation difficile. D'un autre côté la paroi est si mince, que son étalement serait chose presque impossible, si le tissu ne s'y prêtait en quelque sorte de lui-même. Après avoir lié un sac aérien à sa base, nous y avons appendu un poids et nous l'avons plongé lentement dans la solution ordinaire de nitrate d'argent : au moment où le niveau du liquide vient à dépasser le sommet du sac, la seule pression de l'air emprisonné

suffit pour crever la mince paroi qui s'étale d'elle-même sous forme d'entonnoir.

L'idée de ce procédé nous était venue du fait suivant. Si l'on coupe un fragment d'un sac aérien, et si l'on essaye de le dissocier dans une goutte d'eau, il arrive fréquemment qu'après plusieurs tentatives infructueuses la membrane s'étale d'elle-même. Seulement cet étalement est si rapide qu'il est impossible de distinguer laquelle des deux faces est tournée en haut.

Le procédé que nous avons indiqué en commençant a cet avantage sur l'étalement simple, de pouvoir préciser la face qui est en contact avec le nitrate d'argent. Ce contact doit être prolongé pendant un temps assez considérable (une heure environ) pour obtenir une imprégnation satisfaisante. On monte ensuite la membrane sur une lame, et on y laisse tomber quelques gouttes d'alcool dilué qui chasse l'air adhérent à la face interne et rend ainsi la préparation transparente. Nous avons pu conserver de cette façon des préparations qui n'ont pas varié depuis plusieurs mois.

Dans la glycérine la délimitation des cellules disparaît au bout d'un certain temps, nous ne pouvons dire pour quelle cause.

Les cellules qui tapissent la face interne des sacs aériens se présentent, chez l'hydrophile, sous la forme de larges cellules polygonales, très-minces, munies d'un noyau sphérique ou ovoïde. Leur diamètre est en moyenne de 40 μ. Les dimensions du noyau varient de 6 à 8 μ. Il n'est pas rare de rencontrer des cellules à deux noyaux. Nous n'avons pas recherché jusqu'à quel point ces cellules se continuent et comment elles se modifient sur les grosses trachées.

Nos recherches sur les crustacés ont été faites sur différentes espèces de crabes (crabe tourteau, maïa, etc.), mais plus particulièrement sur les maïa. Les lamelles des branchies présentent sur chacune de leurs faces un revêtement chitineux, et au-dessous, un couche de cellules chitinogènes offrant des caractères différents suivant les points où on les considère. La nitratation de ces éléments est assez difficile, vu le revêtement chitineux, et exige une imbibition prolongée dans le nitrate d'argent. Le pro-

cédé le plus simple consiste à détacher une série de lamelles, et à les plonger dans une solution de nitrate d'argent assez faible (1 à 1,5 pour 1000 environ). Quand les lamelles ont pris une belle coloration violette, on les retire du nitrate d'argent, et on les met dans de l'alcool. Elles peuvent être ensuite montées dans la glycérine.

On constate alors, sur les bords de chaque lamelle, l'existence de cellules régulièrement polygonales pourvues d'un noyau sphérique ou ovoïde. A mesure qu'on s'éloigne du bord vers le centre de la lamelle, ces cellules deviennent de moins en moins régulières. Les sinuosités de leurs contours s'accusent de plus en plus, si bien que vers le centre les cellules ont perdu complétement leur forme primitive, et présentent de longues digitations s'engrénant avec celles des cellules voisines. En même temps qu'elle change de forme, la cellule diminue d'épaisseur. Relativement épaisse sur les bords (16 μ.), où il est facile de mesurer son épaisseur, elle s'amincit de plus en plus et finit par devenir lamelleuse au centre. Elle possède encore un noyau, seulement ce noyau n'est guère visible que sur les pièces colorées, tandis qu'on le voit très-nettement sur les cellules du bord de la lamelle.

On peut étudier ces différentes cellules dans d'autres réactifs que le nitrate d'argent. C'est ainsi que nous avons pu distinguer leur forme sur les lamelles traitées par l'acide osmique. Seulement les digitations de cellules centrales ne deviennent bien appréciables que par le nitrate d'argent, et il n'y a guère que ce réactif qui puisse bien mettre en évidence le passage graduel des cellules polygonales aux cellules dentelées.

Nous n'avons point eu malheureusement à notre disposition de crustacés venant de subir la mue, chez lesquels l'imprégnation des lamelles se ferait sans doute beaucoup plus facilement.

MOLLUSQUES.

C'est dans cette classe d'invertébrés que nous rencontrons pour la première fois un péricarde nettement défini comme séreuse. Nous devons faire remarquer ici que, dans l'anatomie générale

des séreuses, le nom de *péricarde* ne doit être réservé à la membrane qui entoure l'organe central de la circulation que lorsqu'elle possède un revêtement épithélial. C'est ainsi qu'à notre point de vue les différentes membranes que l'on décrit sous le nom de péricardes dans les articulés ne doivent pas, à proprement parler, être rangées parmi les séreuses.

Comme type du péricarde des mollusques, nous choisirons celui des limaçons (*Helix pomatia*) qui est un des mieux définis et en même temps d'un accès très-facile. Le moyen le plus simple de le mettre en évidence est de l'aborder par la cavité respiratoire. Pour cela la coquille étant enlevée, et le limaçon fixé sur une plaque de liége, suivant la position normale de l'animal, on ouvre la cavité respiratoire en longeant le bord du collier. On prolonge cette première incision transversale en suivant latéralement le bord de l'animal, et de façon à délimiter un lambeau triangulaire que l'on rabat sur la plaque de liége. On met ainsi à découvert tout l'intérieur de la cavité respiratoire. Sur la portion que l'on a rabattue, on distingue une série de nervures ramifiées et anastomosées (veines pulmonaires) qui se réunissent en un tronc commun aboutissant au cœur. Autour du cœur existe une membrane mince qui flotte pour ainsi dire à l'intérieur du poumon. C'est le péricarde. Rien n'est ensuite plus simple, une fois cette membrane mise à découvert, que de la soumettre à l'imprégnation du nitrate d'argent, soit sur place, soit après l'avoir enlevée.

Sur les préparations qui ont bien réussi, on observe à la face interne du péricarde un dessin élégant de lignes noirâtres qui délimitent autant de cellules, et qui se retrouvent également sur la face externe du cœur. Le diamètre de ces cellules est en moyenne de 20 à 25 μ. Chaque cellule possède un noyau volumineux (10 à 15 μ) qui occupe parfois presque toute la longueur du corps cellulaire. On met facilement ces noyaux en évidence en raclant la surface du cœur et en colorant les cellules ainsi détachées par le carmin.

Cet épithélium ne s'observe pas en dehors de la délimitation par le nitrate d'argent. C'est donc bien là un épithélium analogue à celui des séreuses, et à ce titre il doit être séparé de l'épi-

thélium qui tapisse tout l'intérieur de la cavité du poumon et par suite la face externe du péricarde. Ce dernier épithélium se compose en effet de petites cellules polygonales mesurant de 12 à 15 μ, et faciles à déterminer par la plupart des réactifs.

Nous dirons en passant que déja l'imprégnation par le nitrate d'argent faisait pressentir une différence notable entre ces deux épithéliums. Tandis qu'à la face interne du péricarde, les lignes noirâtres formées par le précipité d'argent étaient fines et déliées, elles se montraient, pour une même imprégnation, plus larges et moins nettes sur l'épithélium pulmonaire. Ce fait nous a toujours paru être en rapport avec une épaisseur notable des cellules.

Il est du reste facile sur les coupes de se rendre compte de ces différences d'épaisseur.

Les faits que nous avons observés sont en contradiction avec l'opinion anciennement exprimée par Leydig (1857) qui contestait alors l'existence de cet épithélium. Sur de nombreuses coupes pratiquées sur le bord du manteau, au niveau du pneumostome, nous avons pu nous assurer que l'épithélium prismatique cutané se continuait au niveau de l'orifice respiratoire avec la couche de cellules pavimenteuses qui tapisse le poumon dans toute son étendue (1). La transition d'une forme à l'autre se fait graduellement et non par une transition brusque; au niveau du pneumostome l'épithélium, nettement prismatique, est garni de nombreux cils vibratiles que l'on constate sur une large étendue.

POISSONS.

Dans cette classe d'animaux, nos recherches ont porté exclusivement sur la séreuse abdominale et les diverses couches de revêtement qu'on observe sur la vessie natatoire. L'épithélium péritonéal ressemble en tous points à celui des mammifères. Les

(1) L'existence d'une couche de cellules épithéliales à la face interne de poumon a déjà été signalée chez l'*Helix pomatia* par Eberth, en 1862. Ch. Schmidt (*De l'épithélium pulmonaire*, thèse de Strasbourg 1866), aurait constaté un revêtement analogue dans la cavité respiratoire de la limnée.

cellules sont à contour polygonal, et à bords légèrement sinueux. Elles ont en moyenne de 20 à 40 μ, ainsi qu'on peut en juger par le tableau suivant :

Ablette.....	20 μ.
Carpe.....	20-25 μ.
Cyprin doré.....	20-25 μ.
Gobius....	25 μ.
Épinoche.....	20-30 μ.
Anguille.....	30-35 μ.
Hippocampe.....	25-40 μ.

La configuration de ces éléments varie peu, si ce n'est cependant au niveau de la portion réticulée du mésentère où ils s'allongent pour se mouler sur les travées mésentériques. On constate une disposition analogue chez l'hippocampe où toutes les cellules présentent une forme allongée, leur longueur ayant environ le double de leur largeur.

Le péritoine des poissons est intimement accolé aux tissus sous-jacents; aussi est-il assez difficile d'en détacher de larges lambeaux. Nous ne saurions conseiller ici l'examen du mésentère, car si cette membrane est assez mince pour être portée en entier sous le champ du microscope, d'un autre côté on arrive rarement à obtenir de larges surfaces bien nitratées. Il semble que lorsque l'épithélium repose sur un fond épais, peut-être opaque, l'imprégnation se fasse avec beaucoup plus de facilité. C'est là un fait que nous avons constaté non-seulement chez les poissons, mais encore dans toute la série animale : l'épithélium qui revê les membranes minces s'imprégnant plus difficilement que la couche pariétale. Nous avons coutume dans ce cas de nitrater la portion du péritoine qui recouvre la vessie natatoire. Les parois de cet organe sont assez épaisses pour permettre une bonne nitratation, et assez minces dans la plupart des cas pour se laisser traverser par la lumière sous le microscope.

D'un autre côté, si l'on essaye de détacher à ce niveau le péritoine, on remarque qu'il s'enlève facilement et que la surface de la vessie natatoire ainsi mise à nu est complétement lisse. Ce fait indique déjà que le péritoine n'est pas uni intimement à la vessie natatoire, mais qu'il en est séparé par une cavité normale.

Bien plus, si l'on imprègne les deux faces du péritoine ainsi détaché, on met en évidence un double épithélium : on dehors l'épithélium péritonéal sur lequel nous n'insisterons pas, et en dedans un épithélium formé de larges cellules à bords dentelés, mesurant 45 μ de diamètre en moyenne, et analogues aux cellules qui tapissent les cavités lymphatiques des batraciens et des reptiles. On obtient un épithélium identique lorsqu'on imprègne la surface de la vessie natatoire, tant celle du lobe antérieur que du lobe postérieur. Les parois de ces deux lobes ne sont pas constituées de la même façon. Tandis que le lobe postérieur se compose d'un feuillet unique recouvert à l'extérieur par le péritoine, on peut au contraire décomposer la paroi du lobe antérieur en plusieurs feuillets (généralement deux). Les surfaces en contact de ces feuillets sont parfaitement lisses et recouvertes par un épithélium analogue à celui qui existe sous le péritoine.

La plupart des poissons que nous avons examinés nous ont offert ce dédoublement en deux feuillets ; nous citerons entre autres l'épinoche, l'ablette, le goujon, le véron, la rousse, la tanche, etc... Chez la carpe un troisième feuillet très-mince vient s'interposer aux deux autres, tandis que chez le *Gobius* la vessie qui, d'ailleurs, ne présente qu'un seul lobe, est constituée par une enveloppe unique.

Il existe donc au niveau du lobe antérieur de la vessie natatoire des poissons deux cavités (trois chez la carpe), l'une sous-péritonéale, l'autre intra-pariétale, tapissées par un épithélium dentelé que nous ne pouvons assimiler qu'à un épithélium de revêtement lymphatique.

La vessie natatoire de la carpe, qui se distingue déjà par la présence d'une troisième cavité, offre en outre une autre particularité : au-dessous de la couche épithéliale qui revêt la face interne du feuillet externe on observe un épithélium à cellules plus petites, allongées et dentelées, que nous croyons devoir rapporter également à quelque partie du système lymphatique, sans toutefois avoir pu constater nettement l'existence d'une double couche.

Pour compléter cette étude de la vessie natatoire des poissons,

il nous reste encore à décrire l'épithélium interne qui nous offre le type des épithéliums plats polygonaux (1). Les cellules possèdent des bords nets, rectilignes ; elles sont à 5 ou 6 pans et mesurent en moyenne 30 μ de diamètre. Elles n'ont pas toutes la même dimension, et il est fréquent de rencontrer au milieu de plusieurs grandes cellules un amas de cellules plus petites n'atteignant que la moitié ou le tiers du volume des précédentes. Le noyau est petit et très-réfringent. C'est là un fait que l'on voit fréquemment dans les épithéliums en contact avec l'air, et que nous retrouverons dans les sacs aériens des oiseaux.

BATRACIENS.

Nous ne reviendrons pas ici sur tous les détails que nous avons donnés dans le travail auquel nous avons déjà renvoyé. Nous nous contenterons de signaler brièvement les différentes variétés de cellules que nous avons rencontrées chez les animaux que nous avons eus entre les mains (grenouille, crapaud, triton, axolotl, protée).

On peut dire en général que l'épithélium des séreuses chez les batraciens, la grenouille et le crapaud exceptés, est un type régulier formé de larges cellules polygonales, plates, avec un noyau ovoïde ou sphérique, compris dans l'un des angles de la cellule ou relégué près de l'un de ses bords.

Voici les dimensions comparées des cellules du péritoine chez le triton et l'axolotl.

	Cellule.	*Noyau.*
Triton.....	80 à 100 μ	10 à 20 μ
Axolotl	40 à 60 μ	15 à 20 μ

Les cellules du protée diffèrent peu de celles de l'axolotl, si ce n'est que leurs noyaux sont un peu plus volumineux.

Quant aux cellules du péritoine de la grenouille et du crapaud, elles présentent des formes si variées, qu'il est impossible d'en

(1) D'après Leydig cette forme pavimenteuse ne serait pas constante. C'est ainsi qu'il décrit un épithélium prismatique à cils vibratiles chez l'esturgeon et le *Polypterus bichir*.

donner une définition générale. Pareille disposition peut également s'observer chez l'axolotl, sur la portion de l'épithélium péritonéal qui tapisse la surface du poumon.

Il n'est pas rare de voir, surtout chez la grenouille et le crapaud, au milieu de larges cellules, un amas de cellules plus petites tranchant par leur état légèrement grenu après action du nitrate d'argent et par leurs dimensions réduites sur les cellules avoisinantes. Ces amas des petites cellules se rencontrent surtout au nombre de 2, 3 ou 4 éléments dans les enfoncements connus sur le mésentère de la grenouille sous le nom de citernes ou de puits lymphatiques. On a vu précédemment qu'à notre avis ces enfoncements n'avaient aucune connexion avec la citerne lymphatique sous-jacente, et nous avons été amenés, par la comparaison d'un grand nombre de ces formations anatomiques, à considérer ces amas de petites cellules comme des centres de formation cellulaire.

Pour les différents auteurs modernes, M. Ranvier entre autres, les petites cellules qui tapissent le fond des citernes ne sont pas des éléments fixes, mais sont susceptibles de s'écarter pour laisser passer différentes substances, telles que des grains de carmin, des globules de lait, etc. Il y aurait donc à ces endroits des stomates à lèvres mobiles et non permanentes, comme on les comprenait autrefois.

Cette seconde hypothèse ne nous parait guère plus probable que celle qui admettait autrefois des communications directes entre la cavité péritonéale et le système lymphatique (Schweigger-Seidel et Dogiel). Sur des préparations bien réussies, en effet, les lignes de séparation de ces petites cellules sont si fines et si nettes qu'il est impossible de voir entre elles des intervalles faisant communiquer le péritoine avec le système lymphatique. L'existence d'un noyau ovoïde, visible sur les pièces coloriées au carmin ou à l'hématoxyline et mieux à la purpurine tend encore à confirmer l'identité que nous avons établie entre ces éléments et les cellules épithéliales voisines. De plus, l'action du nitrate d'argent sur les leucocytes qui prennent une coloration foncée spéciale montre bien que ces petites cellules ne sauraient être considérées

comme des leucocytes étalés, ainsi que l'ont prétendu quelques observateurs.

De même que pour le péritoine, l'épithélium du péricarde diffère également chez la grenouille et chez les autres batraciens. Il se compose, chez la grenouille, de longues cellules à bords sinueux, dont la longueur mesure parfois plus de dix fois la largeur. Chez l'axolotl, au contraire, les cellules sont régulièrement polygonales et offrent un beau noyau nucléolé. Leur diamètre est en moyenne de 30 μ. Les nucléoles sont volumineux et mesurent de 2 à 3 μ. Nous devons revenir ici sur ce que nous avions dit de l'absence de nucléole dans les cellules de revêtement séreux. (Voyez ci-dessus année 1874, p. 74). Sur les membranes traitées par le nitrate d'argent, les noyaux eux-mêmes restent le plus souvent invisibles ainsi que les nucléoles. Mais sur des pièces traitées par la liqueur de Müller, et colorées ensuite au carmin ou à l'hématoxyline, les nucléoles deviennent au contraire très-apparents. On peut, du reste, les obtenir sur des préparations nitratées et sans coloration aucune, mais il faut que dans ce cas l'imprégnation de nitrate d'argent soit très-légère et ne délimite que les interlignes cellulaires, sans attaquer le corps de la cellule, ni le le noyau.

Le dessin que nous donnons du péricarde de l'axolotl a été obtenu de cette façon. Si l'on prolonge l'imprégnation, de façon à brunir le corps cellulaire, on peut également faire apparaître le noyau qui se dessine comme une tache claire sur le fond brunâtre de ces cellules, mais les nucléoles dans ce cas ne sont plus visibles. Cette propriété de colorer le corps cellulaire, indépendamment du noyau, n'appartient pas, du reste, en propre au nitrate d'argent. Elle lui est commune avec d'autres réactifs, et en particulier avec le chlorure d'or qui colore de même le corps cellulaire et non le noyau.

Il est d'ailleurs très-aisé de différencier chez les batraciens, comme chez les autres animaux, tous ces épithéliums de celui des revêtements lymphatiques. Ce dernier est formé de grandes cellules à bords dentelés mesurant en moyenne de 30 à 50 μ. Elles possèdent un noyau ovoïde ou sphérique offrant par rapport

au corps cellulaire la même disposition que le noyau des cellules péritonéales.

Au-dessous de l'épithélium prismatique de l'intestin, M. Debove décrit chez la grenouille une couche continue de cellules plates à bords dentelés représentant, suivant lui, une sorte d'endothélium sous-épithélial (1), qui existerait également dans les différentes muqueuses des animaux supérieurs, et en particulier dans le larynx, l'intestin et la vessie. Nous verrons dans la seconde partie de notre travail ce qu'il faut penser de la généralisation de cette couche endothéliale ; nous nous contenterons actuellement de décrire les faits tels qu'on les observe sur l'intestin de la grenouille.

Nos préparations ont été traitées exactement suivant le procédé indiqué par M. Debove, c'est-à-dire première imprégnation d'argent, imbibition prolongée (une heure environ) dans de l'eau distillée, puis balayage des cellules prismatiques superficielles à l'aide du pinceau, enfin seconde imprégnation d'argent mais plus prononcée que la première. Les figures que nous avons obtenues de cette façon concordent entièrement avec celles qu'a représentées M. Debove. Ce sont les mêmes larges cellules à bords dentelés, mesurant de 40 à 45 μ. de diamètre. Seulement, au lieu d'une seule couche, nous en avons trouvé deux. Les cellules de la couche profonde sont en général mieux délimitées, et ce fait vient encore à l'appui de ce que nous avons dit précédemment de la nitratation des membranes mêmes, car cette couche repose sur la tunique musculaire de l'intestin, tandis que la couche supérieure est séparée des tissus sous-jacents par un espace manifeste au niveau du double épithélium.

M. Debove affirme d'autre part que ce large épithélium est en contact immédiat avec la couche épithéliale prismatique de l'intestin. Ce fait ne peut s'appliquer à la couche profonde qui repose, ainsi que nous l'avons dit, sur la tunique musculaire. Quant à la couche supérieure, elle est bien, en certains points, si voisine de l'épithélium prismatique, qu'on ne distingue entre ces deux

(1) Debove, *Mémoire sur la couche endothéliale sous-épithéliale des membranes muqueuses* (*Archives de physiologie*, 1874.)

couches aucune trace d'un tissu interposé. Mais elle s'en écarte manifestement ailleurs, et tend à se rapprocher de la couche profonde.

Nous ne pouvons considérer, avec M. Debove, cette couche supérieure comme représentant un simple endothélium sous-épithélial. Elle formerait plutôt avec la couche profonde le revêtement interne de larges sinus lymphathiques sous-jacents à un chorion très-mince.

REPTILES.

Les différents ordres de reptiles nous présentent de telles modifications au point de vue des cavités intérieures et de l'épithélium qui tapisse ces cavités, que nous ne pouvons donner ici une description d'ensemble, et que nous sommes obligés d'étudier chaque animal séparément.

Lacertiens. Les détails qui suivent ont rapport à deux espèces : le lézard vert de nos pays et une espèce de Syrie.

L'épithélium de ces animaux se rapproche en beaucoup de points de celui de la grenouille. Ce sont les mêmes larges cellules à bords sinueux, offrant en certains endroits exactement les mêmes dimensions. Ce fait est surtout frappant sur le péritoine pariétal du lézard de Syrie, dont les cellules, un peu plus grandes que celles du lézard vert, rendent l'illusion encore plus complète. Toutefois, ainsi que nous aurons souvent occasion de le rappeler, les cellules épithéliales qui tapissent une séreuse peuvent varier considérablement de forme et même de dimension d'un point à un autre. C'est ainsi que sur la portion du péritoine du lézard qui forme les ligaments du poumon et de l'ovaire, les cellules affectent une forme assez régulièrement polygonale, et mesurent de 25 à 30 millim.

Les deux ligaments présentent ceci de particulier qu'en certains endroits ils sont complétements réticulés, tandis qu'on n'observe rien de semblable sur le mésentère proprement dit, contrairement à ce qui se passe chez les poissons (*Gobius*) où le ligament ovarien et le mésentère sont réticulés tous les deux.

Les ligaments ovariens se dirigent obliquement en dehors, si

bien qu'en se réunissant sur la ligne médiane ils offrent l'aspect d'un V largement ouvert. Cette disposition est assez importante, car toute la portion du péritoine, située au-dessous de ces ligaments, est fortement pigmentée en noir, tandis que celle qui est au-dessus ne contient que de rares cellules pigmentaires.

Il nous a semblé intéressant d'étudier sur le pavillon de la trompe, la continuation de l'épithélium prismatique interne avec l'épithélium péritonéal. Sans nous en tenir exclusivement aux imprégnations d'argent, nous avons aussi mis à profit la macération prolongée dans la liqueur de Müller. Ce dernier réactif nous a surtout permis de déterminer d'un façon précise l'endroit où s'arrêtait l'épithélium à cils vibratiles de l'intérieur de la trompe.

Voici ce qui résulte de nos différentes recherches :

L'épithélium prismatique qui tapisse l'intérieur de la trompe ne s'arrête pas au bord libre du pavillon, mais il le contourne et se prolonge sur la face péritonéale du pavillon dans une étendue qui varie de $0^{mm},12$ à 0,15. Dans toute cette région, l'épithélium est pourvu de cils vibratiles. Ceux-ci ne disparaissent qu'au niveau où se fait la transition entre les deux sortes d'épithéliums. Cette transition est en général assez brusque, c'est-à-dire que le passage de l'épithélium prismatique à l'épithélium pavimenteux s'effectue dans un espace très-restreint (15 μ en moyenne).

Mais il faut observer que les premières cellules épithéliales pavimenteuses n'ont pas les mêmes dimensions que dans le restant du péritoine. Elles sont plus petites, ne mesurent que 12 à 15 μ et offrent une épaisseur appréciable. Ce fait est surtout frappant sur les trompes des mammifères, de la brebis en particulier, où l'on peut détacher, après plusieurs mois de macération dans la liqueur de Müller, des lambeaux entiers de cellules épithéliales pavimenteuses (1). On peut voir également, par ce procédé, que les dimensions des cellules augmentent à mesure que l'on s'éloigne

(1) Ici, comme chez le lézard, l'épithélium prismatique ne s'arrête pas au bord libre du pavillon, mais il le contourne dans une étendue variable, offrant avec l'épithélium péritonéal une transition fort analogue à celle qu'on observe sur le lézard. Nous aurons occasion du reste de revenir plus tard sur ce point.

du bord de la trompe en même temps que leur épaisseur diminue (1).

Couleuvre. — Nous n'insisterons pas sur l'épithélium qui tapisse le grand sac lymphatique de la couleuvre étendu depuis l'anus jusqu'à l'estomac, ni sur celui des cœurs lymphatiques, car il offre les mêmes caractères dans toute l'étendue de ces cavités. Il ressemble complétement à celui des batraciens. Aussi se distingue-t-il à première vue de l'épithélium péritonéal, dont les cellules de même diamètre présentent en général des bords rectilignes assez nets.

L'épithélium qui forme le revêtement interne du poumon mérite surtout l'attention.

On sait, en effet, que chez les ophidiens l'un des poumons s'allonge considérablement et forme un vaste sac qui s'étend vers l'extrémité postérieure de l'abdomen.

Si l'on ouvre la cavité pulmonaire, et si on la soumet à l'imprégnation d'argent, on remarque que l'épithélium se compose de deux sortes de cellules. D'espace en espace sont disposées de grandes cellules plates, de forme ronde ou ovalaire, assez régulières, mesurant de 25 à 30 μ. Elles possèdent un noyau ovoïde ou sphérique, que la coloration roussâtre du corps cellulaire met surtout bien en évidence. Ces éléments sont séparés les uns des autres par des cellules plus petites polygonales, n'ayant guère que 6 à 9 μ de diamètre. Leur noyau se distingue plus difficilement, et nécessite l'emploi du carmin ou de l'hématoxyline. En

(1) En examinant pour ces recherches le péritoine d'un lézard vert nous avons été surpris de trouver de petits corps globuleux appendus par un filament à la face externe de la trompe, et mesurant en moyenne de 5 à 6 μ de diamètre. Dans certains cas la longueur du pédicule était assez considérable et pouvait atteindre plus de deux fois leur largeur. Les bords de celui-ci étaient très-nets et très-réfringents, comme celui de certains infusoires. Enfin, sur les préparations traitées par la liqueur de Müller, on apercevait manifestement un point brillant à l'intérieur de chaque globule. Ces corps étaient tellement accumulés en certains endroits, qu'ils recouvraient complétement l'espace de plusieurs cellules épithéliales, à la surface desquelles ils étaient fixés. Le nitrate les altérait profondément. Nous les avons surtout bien observés sur des préparations traitées d'abord par l'alcool et colorées ensuite à l'aide du carmin. On pouvait ainsi suivre ces corps fort loin sur les ligaments ovariens dans es mailles desquels on les voyait faire saillie. Ces corps étaient évidemment de s Parasites dont le genre n'a point été déterminé.

certains endroits ces petites cellules forment des amas assez considérables. A mesure qu'on s'avance vers la portion réticulée, on voit ces divers amas de petites cellules se fusionner entre eux, et former presque seuls le revêtement des trabécules pulmonaires. D'un autre côté les éléments ovalaires perdent peu à peu leur forme caractéristique. Ils se rapprochent, deviennent polygonaux, et tapissent à cet état le fond des alvéoles pulmonaires. Mais il s'en faut de beaucoup que cette disposition de ces deux sortes de cellules soit constante. Il arrive fréquemment que l'une empiète sur l'autre, si bien qu'à certains endroits on observe une confusion dans les variétés que nous venons d'énumérer (1).

OISEAUX.

Les oiseaux, en ce qui concerne les épithéliums plats des cavités intérieures, nous offrent à considérer, en dehors des séreuses, de nombreux sacs aériens, dans lesquels s'ouvrent directement les bronches, et qui envoient des prolongements jusque dans l'intérieur de certains os. Les plus importants de ces réservoirs aériens sont à notre point de vue ceux qui se trouvent de chaque côté de la cavité péritonéale au nombre de trois, et qu'on désigne sous le nom de réservoirs sus- et sous-diaphragmatiques, et de réservoir abdominal. Nous dirons tout de suite que les deux diaphragmes qui séparent les réservoirs sus- et sous-diaphragmamatiques ne présentent pas la même disposition ni la même structure que celui des mammifères, et que par suite nous n'avons pas à nous poser ici la question des communications péritonéo-lymphatiques qui trouveront place dans un autre travail. Du reste ces diaphragmes sont tapissés sur chaque face par l'épithélium des cavités aériennes qui forme une couche continue, sans stomates ni perforations intercellulaires, comme dans le restant de la cavité.

(1) L'existence de ces deux espèces de cellules a déjà été indiquée par Elenz, en 1864 (*Ueber das Lungenepithel. Diss. inaug.*) et ensuite par Ch. Schmidt (*loc. cit.*). D'après ces auteurs, les cellules les plus petites seraient réunies par groupes dans les mailles des capillaires, tandis que les plus grandes tapisseraient la surface même des vaisseaux.

Nos recherches ont surtout porté sur le pigeon et sur la mouette. Ces deux animaux nous ont donné des résultats identiques, et, par suite, la description qui suit pourra s'appliquer à chacun d'eux.

L'épithélium péritonéal se compose de cellules polygonales, à bords peu sinueux, mesurant en moyenne de 25 à 30 μ de diamètre. Elles sont pourvues d'un noyau ovoïde ou sphérique très-net.

L'épithélium qui tapisse les cavités aériennes est beaucoup plus petit. Il ne mesure guère que 15 à 20 μ. Les noyaux des cellules sont petits, brillants. Aussi la distinction entre cet épithélium et celui qui recouvre le péritoine est-elle extrêmement facile, et à ce point de vue nous croyons devoir établir ici un rapprochement entre les réservoirs aériens des oiseaux, et la partie postérieure de la cavité pulmonaire des serpents revêtue également d'un épithélium pavimenteux à petites cellules.

Cet épithélium s'observe également à la face interne des os dans lesquels les sacs aériens envoient des prolongements, et en particulier de l'humérus. La paroi propre est ici très-mince, et possède quelques vaisseaux sanguins, au niveau desquels l'épithélium est surtout apparent. On ne rencontre que peu de différence entre cet épithélium et celui des cavités aériennes proprement dites. Les cellules offrent cependant des dimensions un peu plus grandes. Elles sont également pourvues de noyaux.

Mais ce ne sont pas là les seuls épithéliums que présente la membrane de séparation des cavités aériennes et du péritoine. Si l'on imprègne fortement cette membrane, on distingue dans son épaisseur, surtout chez la mouette, une double couche de larges cellules, régulièrement polygonales, mesurant 40 μ de diamètre en moyenne. Les bords de ces cellules sont rectilignes, et ne ressemblent en rien à ceux d'un épithélium lymphatique. Du reste ces deux plans d'épithéliums ne sont pas contigus, mais ils sont séparés par une couche notable de tissu conjonctif qu'on reconnaît facilement chez la mouette en ce que les corps fibroplastiques sont pigmentés en noir. Le binoculaire met d'ailleurs ce dernier point très-nettement en évidence. D'un autre côté une lame assez

épaisse de tissu conjonctif sépare cette double couche de larges cellules de l'épithélium péritonéal et de l'épithélium du sac aérien. Ce tissu conjonctif se distingue également ici par la pigmentation des cellules fibroplastiques. On y trouve de plus de nombreux vaisseaux qui fournissent, pour la délimitation des différents plans, d'excellents points de repère. En général la couche de cellules qui est voisine de l'épithélium du sac aérien est assez rapprochée de cet épithélium et semble répondre à certains endroits à l'endothélium de M. Debove. Ailleurs elle en est séparée par toute l'épaisseur d'un vaisseau, au niveau duquel elle s'incurve, de façon à présenter une gouttière destinée à le contenir.

Nous avons observé une disposition analogue chez le pigeon, en décollant la paroi supérieure du sac aérien sus-diaphragmatique, avec cette différence que cette paroi reposant directement sur le tissu du poumon on ne trouve pas ici d'épithélium péritonéal.

Nous ne risquerons, quant à présent, aucune explication sur l'existence de ce double épithélium dans l'épaisseur d'une membrane qui n'est nullement séparable en deux lames distinctes.

Nous avons dit précédemment que les bronches s'ouvraient directement à l'intérieur des sacs aériens. Nous nous retrouvons donc ici dans les conditions du passage de l'épithélium de la trompe à celui du péritoine. Pour cela, on peut décoller la paroi du sac aérien au niveau de l'orifice de communication et l'examiner étalée, ou bien la durcir et y pratiquer ensuite des coupes. On voit en combinant ces deux procédés que l'épithélium prismatique des bronches, parsemé de quelques cellules caliciformes, se prolonge à l'intérieur des sacs à une distance qui varie de 1 à 2 millim. Au delà de ces limites il se modifie rapidement, et ne tarde pas à prendre l'aspect qu'il présente dans toute l'étendue du sac aérien. Le passage d'un épithélium à l'autre se fait dans une étendue de 5 centièmes à 1 dixième de millim. environ. Cette zone de transition n'est pas disposée circulairement autour de l'orifice de communication, mais elle présente des anfractuosités et des saillies qui peuvent s'étendre assez loin à l'intérieur du sac aérien.

Nous sommes donc ici en présence d'une continuation assez rapide d'une variété d'épithélium par une autre (1).

Les procédés que nous avons employés ne nous ont pas permis de constater l'endroit net où disparaissent les cils vibratiles. F.-E. Schulze (*Die Lungen*, *Monographie Stricker*, 1871) dit à ce sujet que les cellules des cavités aériennes ne présentent des cils qu'au voisinage de l'orifice de communication. Il est probable que les cils de l'épithélium prismatique des bronches disparaissent ici comme sur la trompe du lézard, c'est-à-dire au niveau de la zone de transition entre les deux épithéliums.

CONCLUSIONS.

En résumé, nous croyons pouvoir conclure des recherches exposées dans ce travail et dans le précédent :

1° Que l'épithélium des séreuses forme une couche continue, sans perforations ni stomates.

2° Que la distinction absolue entre les formations anatomiques désignées communément sous les noms d'épithéliums et d'endothéliums n'existe pas, ou ne répond du moins qu'à des localisations anatomiques, ces deux sortes d'éléments offrant de l'un à l'autre, quand ils se continuent sur une même surface, des transitions graduelles (sacs aériens, trompe), de même qu'ils dérivent à l'origine de la différenciation d'un seul élément anatomique (cellules tapissant la cavité pleuro-péritonéale) se transformant d'une part en endothélium (péritoine), et d'autre part en cellules vibratiles dans le conduit de Müller, ultérieurement la trompe (2).

(1) Cette transition n'est pas toutefois aussi tranchée que celle qu'on observe au niveau du cardia par exemple où l'on voit l'épithélium pavimenteux stratifié de l'œsophage s'arrêter brusquement dans toute son épaisseur et se continuer au delà par une couche unique d'épithélium prismatique (chat).

(2) Nous venons de trouver dans le dernier numéro des *Archives de physiologie*, paru il y a quelques jours (20 février), un travail de M. Sedgivick Minot, intitulé : *Recherches histologiques sur les trachées de l'*Hydrophilus piceus. Cet auteur est arrivé, à l'aide des imprégnations au nitrate d'argent, à délimiter la couche de cellules chitinogènes qui forme le revêtement externe des grosses trachées, et qu'il désigne sous le nom de revêtement épithélial.

EXPLICATION DES PLANCHES V ET VI.

PLANCHE V

FIG. 1. — Mésentère de l'*Amphidotus cordatus* (oursin). Grossissement 350.

FIG. 2. — Cellules hypodermiques tapissant les renflements trachéens de l'hydrophile. Gross. 260.

FIG. 3. — Lamelle branchiale d'un Maïa. Gross. 300.

a. Continuation des cellules hypodermiques polygonales du bord de la lamelle avec les cellules dentelées du centre.

b. Cellules hypodermiques polygonales du bord de la lamelle.

c. Cellule hypodermique dentelée de la partie centrale.

FIG. 4. — Péricarde escargot. Gross. 350.

FIG. 5. — Vessie natatoire carpe. Gross. 260.

a. Revêtement péritonéal.

b. Grandes cellules dentelées tapissant la face interne du feuillet externe.

c. Cellules tapissant la face interne de la vessie natatoire.

PLANCHE VI

FIG. 1. — Péricarde d'axolotl. Gross. 350.

FIG. 2. — Intestin de la grenouille. Épithélium de revêtement lymphatique. (Endothélium, de M. Debove.) Gross. 260.

FIG. 3. — Épithélium pulmonaire de la couleuvre. Gross. 260.

FIG. 4. — Face externe du pavillon de la trompe d'un lézard. Continuation des cellules prismatiques de l'intérieur de la trompe avec l'épithélium péritonéal.

FIG. 5. — Corps pediculés observés sur le péritoire d'un lézard vert.

FIG. 6. — Membrane de séparation du grand sac abdominal et de la cavité péritonéale chez la mouette.

a. Épithélium du sac aérien.

b. Double épithélium intermédiaire.

c. Épithélium péritonéal.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

W. W. Keen, *Experiments on the Laryngeal Nerves and Muscles of Respiration, etc..., in a Criminal Executed by Hanging.* (*Trans. Coll. Phys.* Philadelphia, 1875.)

Il y a quelques années, le docteur Weir Mitchell découvrit que les deux nerfs récurrents de la tortue s'entrecroisaient. On pouvait dès lors se demander si chez les animaux tels que le chat, le lapin, etc., et chez l'homme, où le scalpel ne laisse rien découvrir de tel, il n'existait pas un entrecroisement terminal des derniers filets, ou même des tubes isolés des deux nerfs.

Le docteur Keen avait son attention dirigée sur ce point, quand il fut invité d'assister à l'exécution d'un nommé F. Heidenblut. Il résolut d'en profiter et s'adjoignit dans ce but plusieurs collègues. Le docteur Seiler fut spécialement chargé de l'examen laryngoscopique.

L'exécution avait eu lieu le 20 janvier, à dix heures quarante-cinq minutes du matin. Le corps fut dépendu après une demi-heure et transporté dans un appartement voisin. Le vague et le récurrent furent disséqués *à gauche* avec le plus grand soin et isolés sur de petites plaques de caoutchouc. Le corps fut alors placé sur une chaise, et l'examen laryngoscopique fut tenté à la manière habituelle. Mais les désordres causés par la corde et la présence d'un mucus extrêmement tenace rendirent cet examen impossible.

Le docteur Keen se vit dans la nécessité de pratiquer entre le cartilage thyroïde et l'os hyoïde une petite ouverture, pour laisser passage au miroir. Le docteur Seilers put ainsi très-bien apercevoir les cordes vocales. La faradisation, tantôt avec des courants faibles et tantôt avec des courants forts, la galvanisation avec un nombre de piles variant de quatre à quarante, appliquées l'une et l'autre sur le récurrent aussi bien que sur le tronc du vague lui-même, produisirent toujours des mouvements de la corde *gauche* seulement et jamais de la droite.

Le docteur Keen simula aussi, autant que possible, la compression, telle que pourrait l'exercer une tumeur, sans obtenir d'autre résultat, et il put ensuite s'assurer qu'aucun filet du vague n'avait été coupé dans la dissection et que la communication était restée entière avec le noyau d'origine dans le bulbe. Le nœud de la corde avait porté sur l'oreille gauche, la tête était inclinée à droite et c'est de ce côté que les parties molles avaient souffert. Le muscle sterno-mastoïdien droit était com-

plétement sectionné avec les deux extrémités reliées seulement par le tissu lumineux de sa gaîne. Le gauche n'était que contus. Le nerf vague, autant du moins qu'on pouvait le reconnaître, n'était lésé ni à droite ni à gauche. Le nerf laryngé supérieur n'avait pas été non plus atteint, soit par la pendaison, soit par l'ouverture du larynx. L'os hyoïde était fracturé des deux côtés à la jonction du corps et des grandes cornes. Les vertèbres n'étaient ni fracturées ni luxées, condition que le docteur Keen avait déjà eu l'occasion d'observer dans deux autres cas de pendaison juridique.

La conclusion des expériences faites était donc qu'il n'existe pas d'entrecroisements des fibres du laryngé inférieur. On ne constata pas davantage d'action réflexe passant sur le bulbe et plausible en raison du voisinage des deux noyaux d'origine (1). Toutefois, il convient de faire ici la part des violences inhérentes au genre de mort par suspension.

A midi dix minutes, l'examen des phénomènes laryngiens étant terminé, le docteur Keen procéda à l'examen des muscles respiratoires. Le nerf phénique gauche fut disséqué et isolé avec du caoutchouc ; les deux électrodes furent appliquées sur le nerf sans que l'on pût constater le moindre mouvement, soit à la vue, soit en mesurant la cage thoracique au niveau du cartilage xiphoïde. Un des fils fut appliqué sur le nerf, tandis qu'une éponge était promenée au niveau de l'insertion du diaphragme. On essaya également de faire agir les deux éponges sur celui-ci ; mais en aucun cas on n'observa de mouvement, soit avec le courant constant, soit avec le courant interrompu. La raison de cet échec ne put être éclairée. La dissection du nerf, faite ensuite, montra tout en état.

Le docteur Keen voulut ensuite étudier la question controversée des muscles intercostaux (1).

A midi vingt-six minutes, les muscles du thorax furent enlevés et les intercostaux mis à nu de la ligne médiane au niveau de l'aisselle. Un courant interrompu fut appliqué au moyen de très-petites éponges dans les sept premiers espaces. Les électrodes furent d'abord appliqués sur la portion intercartilagineuse de l'intercostal interne : on obtint toujours dans ce cas le soulèvement du cartilage inférieur. Quand on électrisait l'intercostal externe, la côte supérieure était sensiblement abaissée, tandis que l'inférieure était à peine soulevée d'une manière perceptible. Du premier au septième espace, l'abaissement de la côte supérieure fut

(1) Cf. Dr G. Johnson, *On the Laryngal Symptoms which result from Pressure of Anevrismal and others Tumors on the Vagers and Recurrent Nerves.* (*Med. Times and Gaz.* 19 décembre 1874.)

(1) Cf. Hutchinson (*Todd's Cyclopæd* " Thorax "). — Beau et Maissiat (*Arch. gén.* 1842). — Sibson (*Phil. Trans.*, 1846). — Traube (*Beiträg. zur Exp. Path. u. Phys.* 1846). — Donders (*Handb. tot der Natunrk. van der Gezond. Mensch.* Utrech, 1853).— Ludwig (*Lehrb. der Physiol.*, ii, 308).— Budge (*Die Wirkung der intercost. Muskeln*). — Duchêne (*Physiol. des mouvements.* 1867, p. 644).

de plus en plus marqué, tandis que l'élévation peu sensible de la côte inférieure était partout à peu près égale.

Pour une seconde série d'expériences, les intercostaux externes des quatrième, cinquième et sixième espaces furent enlevés avec soin et les intercostaux internes faradisés du sternum au niveau de l'aisselle. On observa toujours une très-faible dépression de la côte supérieure et une élévation marquée de la côte inférieure. Les intercostaux internes seraient donc inspirateurs, les externes expirateurs, autant du moins que l'on en peut juger sur des expériences faites ainsi près de deux heures après la mort, et sans qu'on pût disposer de moyens rigoureux de mansuration.

Le docteur Keen put encore faire une dernière expérience. Les muscles de la face avaient conservé presque tout entière leur excitabilité. Un des pôles de la pile fut placé sur la septième paire ; l'autre fut promené sur la ligne médiane de la face, depuis la naissance des cheveux jusqu'au bout du nez. Un des pôles fut également placé au milieu du nez, tandis que l'autre était promené au-dessus et au-dessous, le long de la ligne médiane. En aucun point on ne put obtenir un mouvement en haut de la partie moyenne du muscle frontal, mais toujours le pyramidal du nez tirait la peau en bas, depuis l'intervalle des sourcils jusqu'au milieu du nez. La dissection faite ensuite montra un pyramidal bien développé, sans interruption dans les fibres de l'occipito-frontal sur la ligne médiane du front. Le pyramidal serait donc antagoniste de la portion centrale de l'occipito-frontal (1).

(1) Cf. Darwin, *Expression in Man and Animals*, p. 190.

Le propriétaire-gérant
GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

Fig. 1.

A

B

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 2bis

Fig. 4.

A

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Pouchet ad nat. del.

Imp. Becquet, Paris.

Iridocytes de la Vénus. — Chromatophores des céphalopodes. — Peau du Turbot.

Gauthier-Bailliere, Libraire à Paris

Fig. 1.

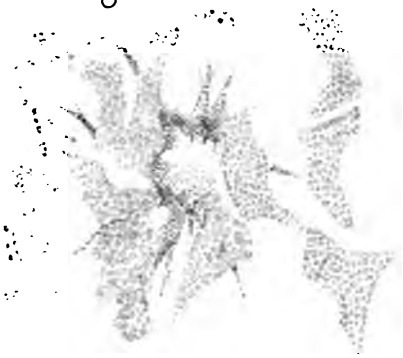
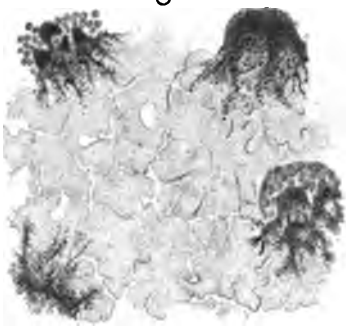


Fig. 2.



B

Fig. 3.

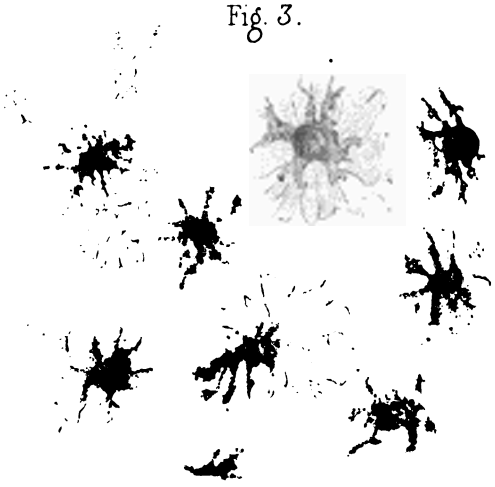


Fig. 4.

A

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Pouchet ad nat. del

Imp. Becquet, Paris.

Eléments colorés de la peau des Poissons.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

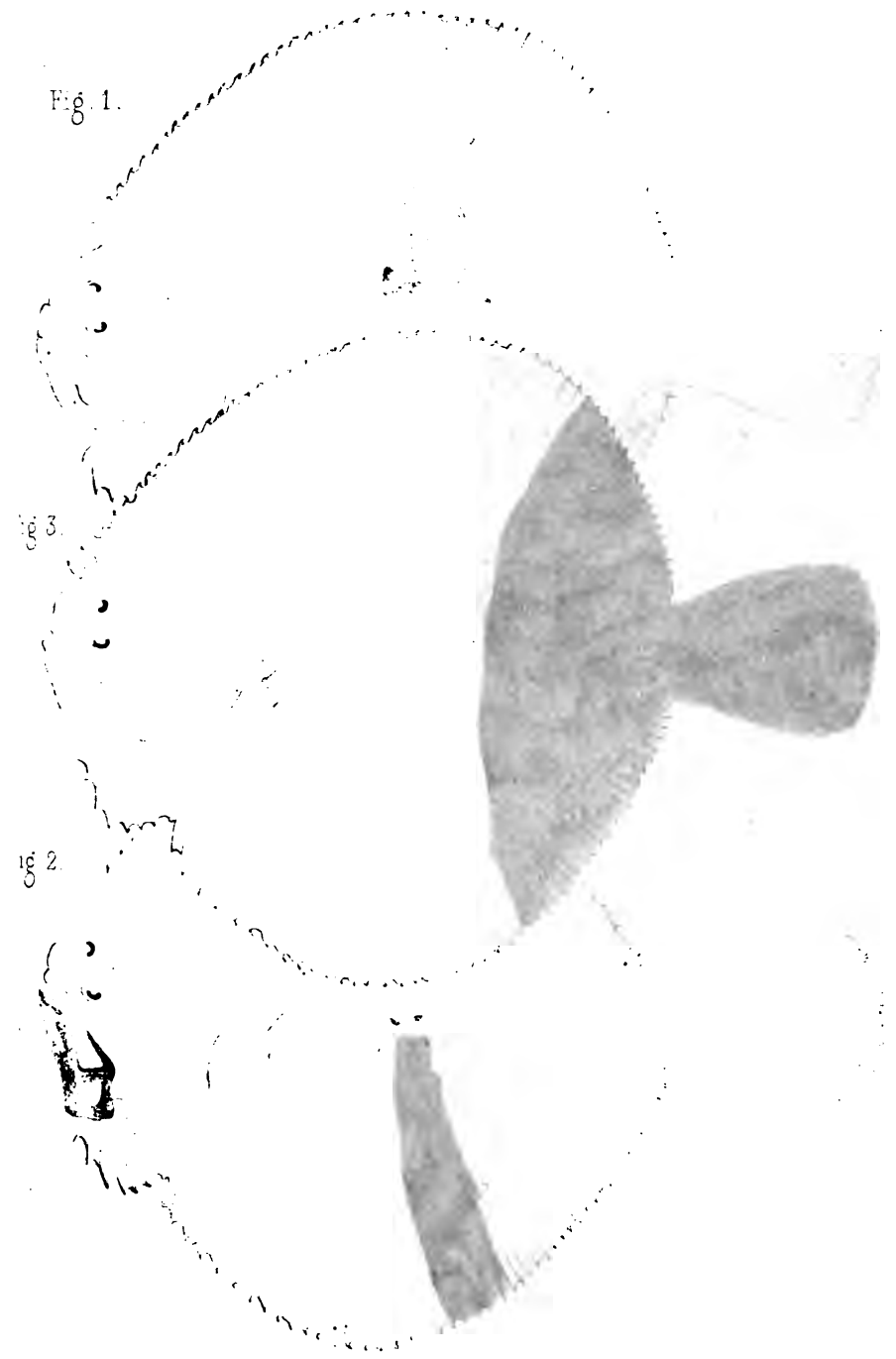
Fig. 6.

Fig. 7.

Pouchet ad nat. del. Imp. Becquet, Paris.

Paralysies consécutives des sections nerveuses.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Pouchet ad nat del. Imp. Becquet. Paris

Paralysies consécutives des sections nerveuses.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

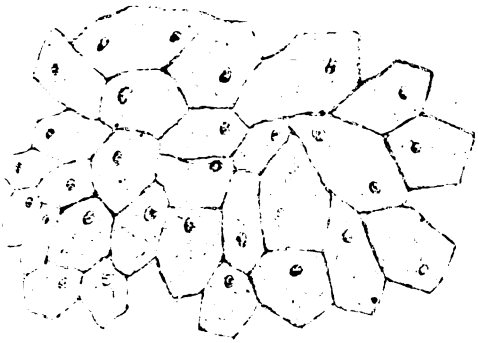


Fig. 2.

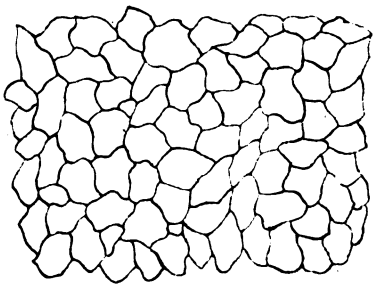


Fig. 1.

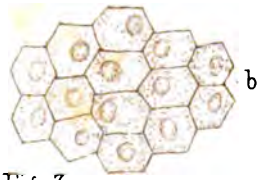


Fig. 3.

Fig. 5.

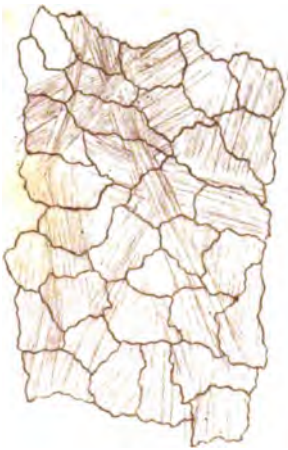
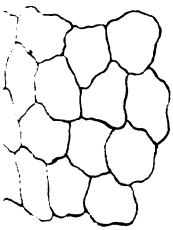
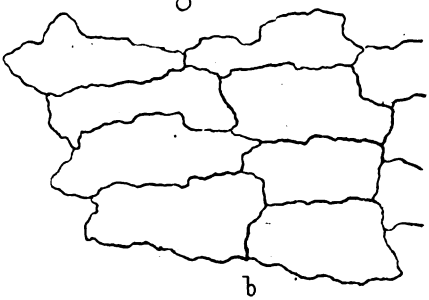
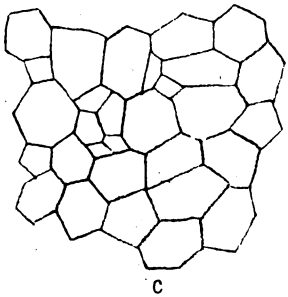


Fig. 4.







...eux et Herrmann ad nat del. *Imp. Becquet, Paris.* Jacquemin lith.

Recherches sur quelques épithéliums plats.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1.

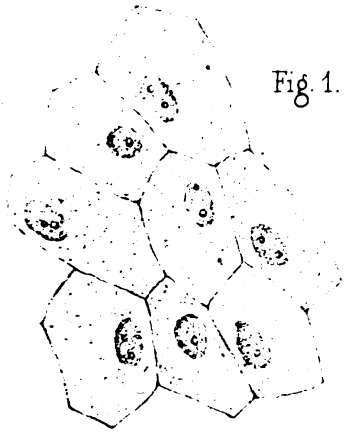


Fig. 2.

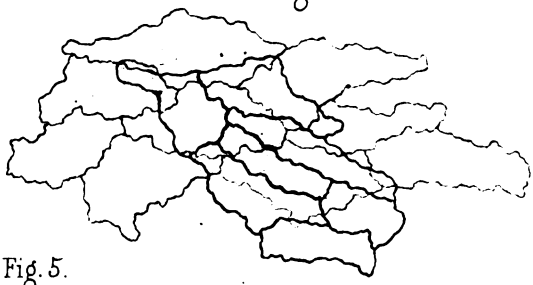


Fig. 5.

Fig. 4.

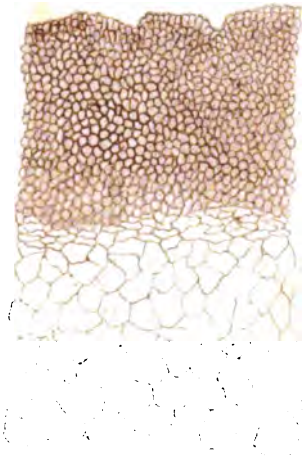


Fig. 3.

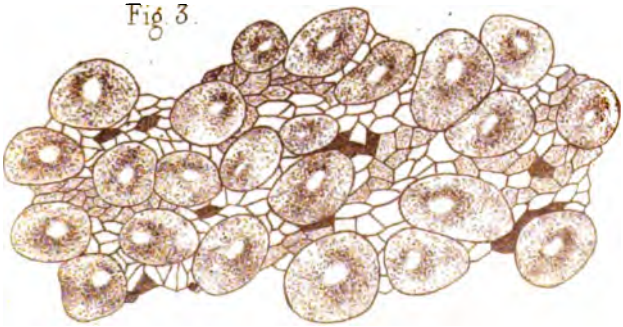
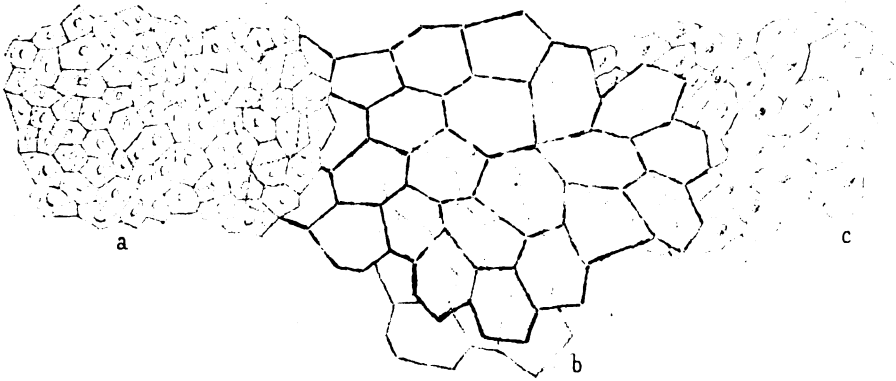


Fig. 6.



Tourneux et Herrmann ad nat. del. *Imp. Becquet, Paris.* Jacquemin lith.

Recherches sur quelques épithéliums plats.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA RESPIRATION PULMONAIRE

CHEZ

LES GRANDS MAMMIFÈRES DOMESTIQUES

Par M. André SANSON
Professeur de zoologie et zootechnie à l'École de Grignon.

(Suite et fin) (1)

IV. — RÉSULTATS DES RECHERCHES.

Des 114 expériences exécutées, 14 ont dû être complétement éliminées, comme laissant à désirer plus ou moins par quelque détail d'exécution accidentel, en ce qui concerne principalement l'appareil de dosage. Toutes les circonstances de l'opération ayant toujours été notées avec soin, pour peu que l'une d'elles parût capable de fausser le résultat dans la plus faible mesure, celui-ci a été laissé de côté. J'ai conscience d'avoir encore à cet égard poussé le scrupule jusqu'à l'excès.

Il est donc resté un nombre rond de 100 expériences, dont l'exactitude ne me laisse aucun doute. Ce nombre me paraît assez grand pour autoriser des conclusions solides. Les résultats, conformes au programme des recherches, sont exposés dans leur ordre et avec tous leurs détails, dans le tableau suivant, sous la forme la plus propre à les faire facilement saisir :

(1) Voyez le n° de mars et avril 1876.

Tableau général des expériences.

N° d'ordre.	DATE.	HEURE du jour.	NOM de l'animal.	ESPÈCE ET ÉTAT INDIVIDUEL DE L'ANIMAL.	Poids vif.	AGE.	TEMPÉRATURE C. extérieure.	TEMPÉRATURE C. de l'habitation.	Pression.	CO^2 expiré en 2 minutes.
					k				mm	gr
1	8 avril 1873.	8 h. 30 matin.	Burgy.	Vache de Schwitz, en lactation du 11 janvier.	668	9 ans.	+8,8	+12,5	755,0	1,50
2	5 mai 1873.	12 h. 15.	Pardini.	— — du 15 janvier.	542	4 a. 5 mois.	+15,0	+18,5	748,0	1,67
	6 Id.	9 h.	Novilie.	Génisse Durham, en gestation de 3 mois.	395	2 a.	+10,0	+14,0	747,0	0,95
4	12 Id.	12 h.	Constance.	Vache Ayr-Durham, en gestation de 7 mois.	510	6 a.	+23,25	+18,5	761,0	1,825
5	13 Id.	12 h.	Lucie.	Vache Ayrshire, en gestation de 6 mois.	388	5 a. 5 m.	+18,4	+17,0	758,5	2,631
6	9 juin 1873.	12 h.	Midding.	Génisse Durham-Schwitz.	419	2 a. 1 m.	+23,25	+20,0	758,5	2,55
7	10 Id.	12 h.	Rubgy.	— —	391	1 a. 5 m. 13 j.	+22,2	+19,0	755,25	0,95
8	16 Id.	12 h.	Prussienne.	Vache normande, en gestation du 28 janvier.	620	9 a.	+24,5	+20,0	757,1	2,91
9	17 Id.	9 h.	Rougette.	— — du 28 janvier.	582	5 a.	+18,5	+19,0	754,0	2,77
10	23 Id.	12 h.	Noirette.	— — du 28 janvier.	588	5 a.	+23,0	+22,0	760,0	2,092
11	30 Id.	5 h. soir.	Annette.	Vache normande, a avorté de 2 veaux le 27 avril (80 respirations).	538	5 a.	+19,5	+21,1	755,0	1,01
12	7 juil. 1873.	12 h. matin.	Bayette.	Vache normande, en gestation du 7 novembre 1872.	716	7 a.	+26,0	+23,8	760,0	3,82
13	8 Id.	8 h.	Répy.	Génisse Durham-Schwitz.	305	9 m. 6 j.	+31,0	+22,0	760,0	1,32
14	14 Id.	12 h.	Sépy.	Vache Schwitz, en gestation du 28 mars.	608	8 a.	+23,0	+21,0	754,0	2,26
15	15 Id.	8 h. 30.	Wéglia.	Génisse Durham.	262	1 a. 6 m.	+15,6	+18,0	753,0	1,49
16	21 Id.	12 h.	Constance.	Vache Ayr-Durham, fraîche vêlée.	525	6 a.	+31,4	+27,0	761,0	1,863
17	22 Id.	8 h.	Novilie.	Vache Durham, en gestation de 5 mois.	487	2 a. 2 m. 15 j.	+25,0	+25,0	759,0	3,00
18	24 oct. 1873.	12 h.	Giralda.	Jument anglo-normande, de manége.	452	8 a.	+7,5	+15,2	731,0	4,96
19	25 Id.	8 h. 30.	Brunette.	— —	370	8 a.	+4,3	+7,0	741,0	2,45
20	7 nov. 1873.	9 h.	Génisse.	Génisse Durham-normande.	155	4 m.	+9,0	+13,1	747,0	0,895
21	7 Id.	4 h. soir.	Éva.	Jument anglaise en dressage.	466	4 a.	+8,8	+11,5	747,0	2,305
22	8 Id.	9 h. matin.	Bianca.	Jument anglo-normande de manége.	372	7 a.	+5,1	+8,9	750,0	1,01
23	14 Id.	12 h.	Emma.	Jument percheronne de labour.	654	9 a.	+11,0	+12,0	748,0	2,48
24	28 Id.	9 h.	Giralda.	Jument anglo-normande de manége.	452	8 a.	+8,2	+11,7	753,5	1,82
25	28 Id.	3 h. 30.	Répy.	Génisse Durham-Schwitz.	354	1 a. 2 m. 10 j.	+11,4	+14,0	755,0	1,55
26	6 déc. 1873.	9 h.	Miss.	Jument anglo-normande carrossière.	536	6 a	+0,3	+7,0	764,0	2,70
27	12 Id.	12 h.	Chassan.	Jument percheronne de labour.	710	8 a.	+0,2	+10,0	765,0	2,38
28	13 Id.	9 h.	Rubgy.	Génisse Durham-Schwitz.	480	1 a. 10 m. 15 j.	+2,0	+11,5	769,0	1,33

29	20	Id.	8 h. 45.	Midding.	Génisse Durham-Schwitz.	482	2 a. 8 m. 21 j.	+4,0	+11,0	753,0	1,01
30	26	Id.	12 h. 30.	Grise.	Jument percheronne de labour.	558	9 a.	+1,0	+11,0	751,0	2,04
31	27	Id.	8 h. 45.	Midding.	Génisse Durham-Schwitz.	482	2 a. 8 m. 29 j.	+2,2	+12,0	755,0	1,34
32	9 janv. 1874.		12 h. 30.	Poule.	Jument anglo-poitevine carrossière.	633	7 a.	+5,5	+11,0	754,0	1,90
33	10	Id.	8 h. 45.	Novilie.	Vache Durham, vêlée en novembre.	500	2 a. 8 m. 15 j.	+1,0	+12,0	755,0	1,37
34	16	Id.	12 h. 30.	Poule.	Jument anglo-poitevine carrossière.	633	7 a.	+6,6	+12,0	754,0	1,67
35	17	Id.	12 h.	Ane.	Ane commun en bon état.	260	8 a.	+6,0	+11,1	745,0	0,72
36	23	Id.	12 h. 30.	Anna I.	Jument percheronne de trait léger.	535	18 a.	+9,6	+15,0	762,0	1,25
37	24	Id.	8 h. 45	Faust.	Cheval breton de trait léger.	300	16 a.	+8,3	+13,0	761,0	0,85
38	30	Id.	12 h. 15.	Gulistan.	Bœuf vendéen de travail.	680	8 a.	+7,0	+13,0	762,0	1,87
39	31	Id.	8 h. 30.	Novilie.	Vache Durham nourrice.	505	2 a. 9 m. 3 j.	—0,2	+13,0	766,0	2,12
40	6 fév. 1874.		8 h. 30.	Génisse	Génisse Durham-normande.	205	6 m.	—3,4	+13,8	763,0	1,02
41	6	Id.	12 h. 15 matin.	Anna II.	Jument percheronne de labour.	661	4 a.	+3,0	+11,2	763,0	1,34
42	13	Id.	8 h. 45.	Miss.	Jument anglo-normande carrossière.	540	6 a.	+5,8	+10,0	760,0	1,57
43	13	Id.	12 h. 15.	Guido.	Bœuf vendéen de travail.	670	8 a.	+9,6	+10,8	759,0	2,26
44	13	Id.	4 h.	Constance.	Vache Ayr-Durham, fraîche vêlée.	530	7 a.	+10,0	+15,5	758,0	1,34
45	14	Id.	9 h. 15	Schnézy.	Génisse Schwitz-normande.	160	1 m. 22 j.	+6,5	+12,0	754,0	1,08
46	20	Id.	8 h. 45.	Pardy.	Vache Schwitz, en lait.	563	8 a. 10 m.	+3,0	+15,0	756,0	2,06
47	20	Id.	3 h. 30.	Pardini.	— —	565	5 a. 2 m. 6 j.	+7,0	+15,0	757,0	2,48
48	21	Id.	8 h. 45.	Lucie.	Vache Ayr, en lait.	390	5 a. 2 m. 4 j.	+1,5	+11,0	755,0	1,91
49	27	Id.	8 h. 45.	Répy.	Génisse Durham-Schwitz.	400	1 a. 5 m. 9 j.	+9,0	+10,5	738,0	1,55
50	28 mars 1874.		12 h. 15.	Chassan.	Jument percheronne de labour.	710	8 a.	+17,0	+12,2	759,0	5,23
51	28	Id.	4 h. 45 soir.	Nézette.	Vache normande, en gestation du 22 décembre.	675	10 a.	+19,0	+14,0	757,0	4,72
52	29	Id.	8 h. 45 matin.	Pallanove.	Taurillon Durham.	130	4 m. 4 j.	+11,0	+9,0	758,0	1,69
53	3 avril 1874.		8 h. 45.	Norbert.	Bœuf vendéen de travail.	730	9 a.	+9,5	+11,5	741,0	7,43
54	3	Id.	4 h. soir.	Anna II.	Jument percheronne de labour.	671	4 a.	+8,2	+11,0	741,0	5,337
55	10	Id.	12 h. 15 matin.	Mouton.	— — —	665	6 a.	+10,0	+11,2	739,0	9,32
56	11	Id.	8 h.	Ane	Ane commun en bon état.	260	8 a.	+7,1	+10,0	737,0	1,38
57	1er mai 1874.		9 h. 15.	Flora.	Jument anglo-normande de manége.	402	12 a.	+9,4	+14,0	751,0	4,94
58	1er	Id.	4 h. soir.	Fathma.	— — —	390	12 a.	+14,0	+17,0	752,0	2,23
59	2	Id.	9 h. 15 matin.	Cadio	Cheval hongre anglo-normand de manége.	430	8 a.	+9,0	+14,0	752,0	1,64
60	8	Id.	8 h. 30.	Pardini.	Vache Schwitz, en gestation du 5 mars	503	4 a. 4 m. 25 j.	+9,4	+14,5	745,0	3,99
61	8	Id.	4 h. soir.	Giralda.	Jument anglo-normande de manége.	468	8 a.	+11,4	+14,0	744,0	2,62
62	9	Id.	8 h. 45 matin.	Pardy.	Vache Schwitz, en gestation du 25 janvier.	570	9 a. 15 j.	+9,0	+15,0	744,0	4,74
63	22	Id.	8 h. 40.	Schnézy.	Génisse Schwitz-normande.	252	6 m.	+15,2	+17,0	756,0	1,81
64	22	Id.	4 h. soir.	Prussienne.	Vache normande, en gestation du 22 février.	650	10 a.	+16,9	+18,4	744,0	5,13
65	23	Id.	9 h. matin.	Pallanove.	Taurillon Durham.	225	5 m. 28 j.	+15,2	+17,0	742,0	2,12
66	29	Id.	8 h. 45.	Novilie.	Vache Durham, en gestation.	535	3 a. 1 m.	+22,0	+21,0	759,0	4,66
67	26 juin 1874.		3 h. 40 matin.	Répy.	Génisse Durham-Schwitz, en gestation du 9.	470	1 a. 9 m. 8 j.	+19,0	+19,8	746,0	2,025
68	26	Id.	3 h. 30 soir.	Fathma.	Jument anglo-normande de manége.	390	12 a.	+23,5	+22,0	746,0	1,73
69	27	Id.	8 h. 30 matin.	Rubgy.	Génisse Durham-Schwitz, en gestation du 9 février.	550	2 a. 5 m.	+19,0	+18,3	745,0	3,195

Suite du tableau général des expériences.

N° d'ordre.	DATE.	HEURE du jour.	NOM de l'animal.	ESPÈCE ET ÉTAT INDIVIDUEL DE L'ANIMAL.	Poids vif.	AGE.	TEMPÉRATURE C. extérieure.	TEMPÉRATURE C. de l'habitation.	Pression.	CO^2 expiré en 2 minutes.
					k				mm	gr
70	3 juill. 1874.	8 h. 40 matin.	Poule.	Jument anglo-poitevine carrossière.	590	8 a.	+ 23,4	+ 22,3	758,0	3,88
71	3 Id.	8 h. soir.	Guido.	Bœuf vendéen de travail.	680	8 a.	+ 24,0	+ 24,7	758,0	3,89
72	4 Id.	8 h. 30 matin.	Tambourin.	Cheval hongre anglo-normand de manége.	500	11 a.	+ 24,4	+ 20,9	759,0	3,265
73	10 Id.	8 h. 45.	Giralda.	Jument anglo-normande de manége.	450	8 a.	+ 20,8	+ 23,2	758,0	2,98
74	10 Id.	8 h 25 soir.	Glorieux.	Cheval hongre anglo-normand de manége.	492	15 a.	+ 18,0	+ 22,1	756,0	1,84
75	6 oct. 1874.	8 h.	Finlande.	Vache flamande, en gestation à terme.	540	4 a.	+ 7,0	+ 12,0	756,0	2,988
76	6 Id.	4 h. soir.	Flamande.	— — —	615	6 a.	+ 14,5	+ 16,0	753,0	3,84
77	7 Id.	8 h. 30 matin.	Courlande.	— . — —	604	4 a.	+ 10,0	+ 12,0	745,0	3,235
78	12 Id	4 h. 30 soir.	Yolande.	Vache flamande, en gestation du premier veau.	513	2 a. 8 m.	+ 19,5	+ 18,5	757,0	3,68
79	13 Id.	8 h. 30 matin.	Schnézy.	Génisse Schwitz-normande.	335	1 a. 1 m. 15 j.	+ 11,5	+ 15,5	759,0	1,11
80	13 Id.	4 h. 15 soir.	Répy.	Génisse Durham-Schwitz très-grasse, stérile.	520	2 a. 1 m.	+ 18,5	+ 20,0	754,0	3,68
81	14 Id.	8 h. 30 matin.	Rubgy.	— en gestation du 9 février.	617	2 a. 8 m. 17 j.	+ 13,0	+ 17,5	752,0	3,418
82	20 Id.	3 h. 30 soir.	Prince.	Cheval hongre anglo-normand de manége.	460	10 a.	+ 13,2	+ 15,5	760,0	4,52
83	21 Id.	9 h. matin.	Brillant.	— — —	430	9 a.	+ 8,0	+ 12,8	754,0	1,743
84	26 Id.	4 h. soir.	—	— — —	430	9 a.	+ 15,5	+ 16,5	760,0	2,60
85	27 Id.	8 h. 30 matin.	Picarde.	Vache normande, en gestation à terme.	515	5 a.	+ 10,5	+ 17,0	757,0	3,22
86	27 Id	4 h. 15 soir.	Novilie.	Vache Durham, en gestation.	557	3 a. 5 m. 28 j.	+ 19,0	+ 18,0	757,0	2,92
87	17 nov. 1874.	9 h. matin.	Rubgy.	Vache Durham-Schwitz, en gestation du 17 février.	617	2 a. 9 m. 20 j.	+ 12,0	+ 15,1	746,0	4,05
88	8 déc. 1874.	8 h. 30.	Finlande.	Vache flamande, vêlée depuis novembre	510	4 a.	+ 4,2	+ 15,0	754,0	5,91
89	8 Id.	3 h. 45 soir.	Courlande.	— en gestation à terme.	670	4 a.	+ 6,0	+ 12,0	746,0	2,70

Suite du tableau général des expériences.

Numéro d'ordre.	DATE.	HEURE du jour.	NOM de l'animal.	ESPÈCE ET ÉTAT INDIVIDUEL DE L'ANIMAL.	Poids vif.	AGE.	TEMPÉRATURE C. extérieure.	TEMPÉRATURE C. de l'habitation.	Pression.	CO^2 expiré en 2 minutes.	CO^2 pour 100 des gaz expirés.
					k				mm	gr	
90	11 janv. 1875	12 h. matin.	Yolande.	Vache normande, vêlée du 27 décembre 1874.	545	3 a.	+9,0	+17,0	751,0	4,52	1,697
91	12 Id.	12 h. 30.	Courlande.	— en gestation à terme.	700	4 a.	+7,6	+16,5	753,0	2,79	1,56
92	18 Id.	12 h. 30.	Schnézy.	Génisse Schwitz-normande.	390	1 a. 4 m. 20 j.	+12,0	+19,0	754,0	3,36	2,81
93	19 Id.	12 h. 15.	Rubgy.	Vache Durham-Schwitz, vêlée du 2 janvier.	625	2 a 11 m. 26 j.	+10,5	+18,0	750,0	5,70	1,22
94	16 fév. 1875.	9 h.	Blanchette.	Vache normande laitière.	652	7 a.	+3,2	+14,5	763,0	—	2,61
95	16 Id.	3 h. 45.	Novilie.	Vache Durham, en gestation.	587	3 a. 9 m.	+7,0	+15,6	762,0	2,50	1,98
96	22 Id.	12 h.	Emma.	Jument percheronne de labour.	690	10 a.	−0,5	+5,9	753,0	2,05	1,49
97	23 Id.	12 h. 15.	Grise.	— —	572	10 a.	−1,0	+7,0	745,0	2,54	3,18
98	15 mars 1875.	12 h. 30.	Anna III.	— —	650	5 a.	+10,0	+12,0	755,0	3,88	3,10
99	15 Id.	5 h. soir.	Rubgy.	Vache Durham-Schwitz, vêlée du 2 janvier.	635	3 a. 1 m. 18 j.	+13,0	+17,6	755,0	2,10	2,25
100	13 avril 1875.	4 h. 30.	Schnézy.	Génisse Schwitz-normande, en gestation.	474	1 a. 8 m.	+15,0	+17,0	752,0	1,41	4,11

V. — DISCUSSION DES RÉSULTATS.

Deux points de vue généraux sont à envisager pour discuter complétement les résultats rassemblés dans le tableau synoptique précédent et en faire ressortir, par la comparaison des nombres et des circonstances ou conditions dans lesquels ils ont été obtenus, la signification. Parmi ces circonstances ou conditions, les unes sont intrinsèques ou dépendantes des sujets vivants sur lesquels on a expérimenté, les autres sont extrinsèques ou relatives au milieu dans lequel ils ont vécu ou fonctionné.

Dans le problème que nous nous proposons de résoudre, il y a un certain nombre de variables et une seule constante, qui est le temps durant lequel l'acide carbonique a été recueilli. Il s'agit de savoir si ces variables, qu'elles soient intrinsèques ou extrinsèques, sont ou non des fonctions du nombre obtenu, ou dans quelle mesure ce nombre en dépend. A cet effet, il s'agit de les examiner une à une successivement, par rapport aux résultats des dosages, en commençant par les intrinsèques qui sont les plus nombreuses.

Ces variables intrinsèques ou dépendantes des sujets de l'expérimentation concernent le genre de ces sujets, leur race ou espèce, leur sexe et leur âge, ainsi que leur alimentation. Celle-ci, bien qu'elle doive être en général considérée comme une condition de milieu, n'en devient pas moins, dans le cas particulier, une circonstance intrinsèque à l'individu, parce qu'au moment de l'expérience elle est partie intégrante de sa propre substance. Les variables extrinsèques sont au nombre de deux seulement : la température et la pression atmosphériques.

Pour rendre les comparaisons individuelles possibles entre les sujets de genre ou d'espèce différents et les quantités d'acide carbonique éliminées dans l'unité de temps et sous l'influence des diverses circonstances, nous adopterons une unité de poids vif à laquelle seront ramenés tous ces sujets. Cette unité sera de 100 kilogrammes, étant toujours comprise un certain nombre de fois dans leur poids vif réel ; ce qui fait que notre choix n'a rien d'arbitraire.

TABLEAU I. — Classement par sources.

Nos	ÉQUIDÉS.	POIDS vif.	POIDS d'acide carbonique.
			gr.
18	Giralda	452	4,96
19	Brunette	370	2,45
21	Éva	466	2,305
22	Bianca	372	1,01
23	Emma	654	2,48
24	Giralda	452	1,82
26	Miss	536	2,70
27	Chassan	710	2,38
30	Grise	558	2,04
32	Poule	633	1,90
34	Poule	633	1,67
35	Ane	260	0,72
36	Anna I	555	1,25
37	Faust	300	0,85
41	Anna II	661	1,34
42	Miss	540	1,57
50	Chassah	710	5,23
54	Anna II	671	5,337
55	Mouton	665	9,32
56	Ane	260	1,38
57	Flora	402	4,94
58	Fathma	390	2,23
59	Cadio	430	1,64
61	Giralda	468	2,62
68	Fathma	390	1,73
70	Poule	590	3,88
72	Tambourin	500	3,265
73	Giralda	450	2,98
74	Glorieux	492	1,84
82	Prince	460	4,52
83	Brillant	430	1,743
84	Brillant	430	2,60
96	Emma	690	2 05
97	Grise	572	2,54
98	Anna III	650	3,88
	Totaux	17,782	95,170
	Pour 100	.....	0,535

Nos	BOVIDÉS.	POIDS vif.	POIDS d'acide carbonique.
		k	gr
1	Burgy	668	1,50
2	Pardini	542	1,67
3	Novilie	395	0,95
4	Constance	510	1,825
5	Lucie	388	2,631
6	Midding	419	2,55
7	Rubgy	391	0,95
8	Prussienne	620	2,91
9	Rougette	582	2,77
10	Noirette	588	2,092
11	Annette	538	1,01
12	Bayette	716	3,82
13	Répy	305	1,32
14	Sépy	608	2,26
15	Weglia	262	1,49
16	Constance	525	1,863
17	Novilie	487	3,000
20	Génisse	155	0,895
25	Répy	354	1,55
28	Rubgy	480	1,33
29	Midding	482	1,01
31	Midding	482	1,34
33	Novilie	500	1,37
38	Gulistan	680	1,87
39	Novilie	505	2,12
40	Génisse	205	1,02
43	Guido	670	2,26
44	Constance	530	1,34
45	Schnézy	160	1,08
46	Pardy	563	2,06
47	Pardini	565	2,48
48	Lucie	390	1,91
49	Répy	400	1,55
51	Nézette	675	4,72
52	Pallanove	130	1,69
53	Norbert	730	7,43
60	Pardini	503	3,99
62	Pardy	570	4,74
63	Schnézy	252	1,31
64	Prussienne	650	5,13
65	Pallanove	225	2,12
66	Novilie	535	4,66
67	Répy	470	2,025
69	Rubgy	550	3,195
71	Guido	680	3,89
75	Finlande	540	2,988
76	Flamande	615	3,84
77	Courlande	604	3,235
78	Yolande	513	3,68
79	Schnézy	335	1,11
80	Répy	520	3,68
81	Rubgy	617	3,418
85	Vache picarde	515	3,22
86	Novilie	557	2,92
87	Rubgy	617	4,05
88	Finlande	510	5,91
89	Courlande	670	2,70
90	Yolande	545	4,52
91	Courlande	700	2,79
92	Schnézy	390	3,86
93	Rubgy	625	5,70
95	Novilie	587	2,50
99	Rubgy	635	2,10
100	Schnézy	474	1,41
	Totaux	32,204	168,369
	Pour 100	.....	0,522

1° *Influence du genre des animaux.* — Comme on le sait, nos sujets d'expérience appartiennent à deux genres de grands mammifères. Ce sont des équidés et des bovidés. Le tableau I qui précède les rassemble par genre, avec l'indication du poids vif de chaque individu au moment de l'expérience et de la quantité d'acide carbonique éliminée par lui dans l'unité de temps.

De ce tableau il ressort que les équidés ont éliminé, dans l'unité de temps, 0 gr.535 d'acide carbonique par 100 kilog. de poids vif, tandis que les bovidés n'en ont éliminé que 0gr,522. La différence de 0gr,013 paraîtra très-faible au premier abord ; et en vérité, si l'on s'en tenait au résultat brut de la comparaison, il y aurait à peine lieu d'en tirer une conclusion. Mais en examinant de près toutes les conditions de ce résultat et en songeant aux faits qui seront mis plus loin en évidence, il prend une tout autre signification, qui en grossit l'importance.

En effet, parmi ces conditions, il n'en est aucune qui ne soit de nature à diminuer la somme de l'acide carbonique éliminé par l'ensemble des équidés et à augmenter au contraire celle de l'acide carbonique éliminé par les bovidés. Lorsque, par exemple, nous verrons plus loin mis en évidence que l'âge influe sur la quantité proportionelle du gaz éliminé dans l'unité de temps et que cette quantité diminue à mesure que l'animal avance en âge, nous comprendrons sans peine la faiblesse de la différence constatée ici. Il ressort du tableau général des expériences que dans notre groupe d'équidés ne se trouve aucun individu qui ne soit adulte; plusieurs au contraire sont de vieux animaux. Dans le groupe des bovidés, par contre, bon nombre sont encore dans la période de la première ou de la seconde jeunesse ; tous les autres sont seulement dans l'âge de la maturité ; aucun n'est réellement vieux.

Cette circonstance suffit pour donner à la différence constatée une signification non douteuse, en admettant que toutes les autres se compensent, ce qui, eu égard au nombre des faits entrés dans le calcul ne paraîtra peut-être pas une supposition téméraire. Mais quand nous aurons tiré de la comparaison complète de nos résultats les conclusions générales, on verra que la conclusion

particulière au cas considéré ici se fortifie par toutes les autres, en constatant que poids pour poids, d'après les dispositions anatomiques connues, les équidés ne peuvent manquer, dans le même temps et dans les mêmes conditions extrinsèques ou de milieu atmosphérique, d'éliminer une plus forte proportion d'acide carbonique.

Nous pouvons donc noter dès à présent, comme résultant de nos expériences, que le genre des animaux influe sur l'intensité de leur fonction respiratoire. C'est ce qui n'avait pas encore été mis en évidence, du moins dans les mêmes conditions. Régnault et Reiset, qui ont le plus varié leurs sujets, ont opéré sur des petits animaux appartenant non pas seulement à des genres, mais encore à des classes qui différaient, tels que des mammifères, des oiseaux, des mammifères hibernants, des reptiles, des batraciens, des articulés, etc. Dans aucun cas ils n'ont pu comparer des animaux de même classe, de même volume ou de même poids, mais de genre différent, de façon à isoler, comme nous sommes ici en mesure de le faire, l'influence qu'il s'agit de déterminer.

Cette influence n'est pas négligeable, au point de vue pratique de l'hygiène des habitations, et dans le sens où l'expérience l'a déterminée pour les deux genres comparés des équidés et des bovidés, elle permet d'interpréter sûrement des faits constatés, dont la signification nous échappait. On voit depuis un temps immémorial, dans les pays de montagnes de l'Auvergne et de la Suisse, par exemple, les populations bovines passer de longs hivers entassées dans des étables où il semble que l'air respirable devrait leur manquer. Pourtant ces populations sont les plus vigoureuses et les mieux portantes que nous ayons. Nous savons à présent, depuis les travaux de Pettenkofer et de Max Maerker, que l'atmosphère de ces étables se renouvelle sans cesse aux travers de leurs parois ; mais nonobstant, aucun fait ne prouve que des populations chevalines pourraient vivre sans dommage dans de semblables conditions. Il n'y en a nulle part d'exemple, à ma connaissance. Qu'il en soit autrement pour les bovidés, cela s'explique au moins en partie par le fait maintenant constaté expérimentalement de leur moindre besoin repiratoire absolu. Il en faudra donc

tenir compte dans la disposition des conditions de ventilation des habitations respectives des deux genres d'animaux.

2° *Influence de la race.* — Nos équidés d'expérience se divisaient en deux catégories, au point de vue de leur espèce naturelle. Les chevaux de manége et les carrossiers étaient tous de la variété anglaise dite pur sang ou des produits de croisement de cette variété avec la normande du type germanique ou la poitevine du type frison. Les métis de cette catégorie se rapprochaient cependant plus par leurs caractères morphologiques et par leur tempérament de l'espèce asiatique et de sa variété anglaise, que des espèces germanique et frisonne auxquelles ils devaient leurs mères. Comme ils étaient au demeurant beaucoup plus nombreux que les sujets purs, et en considération aussi de leur degré de croisement, je n'ai pas cru qu'il fût nécessaire de les séparer dans la discussion des résultats. Ils ont donc été tous réunis sous la désignation d'anglais et anglo-germains, dont les qualités, après ce qui vient d'être dit, seront, j'espère, bien comprises.

Toutes les juments agricoles, formant la seconde catégorie, appartenaient sans exception à ce qu'on appelle vulgairement la race percheronne.

Parmi les bovidés, les races étaient beaucoup plus variées. Les uns appartenaient à la variété suisse de Schwitz de l'espèce des Alpes, les autres à la variété normande de l'espèce germanique, d'autres à diverses variétés de l'espèce vendéenne, d'autres, enfin, purs ou métis, appartenaient aux variétés flamande et durham de l'espèce des Pays-Bas. Les génisses ou vaches métisses de la dernière catégorie étant toutes filles de taureaux de Durham et ayant visiblement hérité plus de leur père que de leur mère ont été, pour ce motif, réunies avec les sujets purs de leur variété paternelle. Nous avons eu ainsi cinq catégories de bovidés : une première pour les schwitz, une deuxième pour les normandes, une troisième pour les vendéens, une quatrième pour les flamandes et une cinquième et dernière pour les durham et les métis durham réunis.

La somme des poids vifs des individus de chaque catégorie et la somme des quantités d'acide carbonique éliminées dans chaque expérience ont permis de calculer la proportion de cet acide pour 100 kilogr. de poids vif.

Les résultats, classés et calculés à ces divers points de vue, sont rassemblés dans le tableau II (voy. p. 236) :

Il ressort de ce tableau que parmi les équidés, les anglais et anglo-germains ont éliminé plus d'acide carbonique que les percherons. La différence = 0gr,583 — 0gr,531 = 0gr,032 par 100 kilog., soit 0gr 192 en 2 minutes pour un individu pesant vif 600 kilog. C'est là une différence qui n'est pas négligeable, d'autant moins que son importance s'augmente par une considération sur laquelle l'attention doit être appelée de nouveau. Nous avons déjà remarqué, en effet, en comparant nos équidés à nos bovidés, l'âge beaucoup plus avancé des premiers. Or, parmi eux, ce sont précisément ceux de la première catégorie, les anglais et les anglo-germains, qui comprennent presque tous les sujets arrivés à la vieillesse, comme on peut s'en assurer en consultant le tableau général des expériences, où l'âge de tous les animaux est indiqué. C'est du reste ce qui sera mis plus loin en évidence, quand nous examinerons l'influence de l'âge.

Il peut donc être considéré comme au moins très-probable, dès à présent, que chez les équidés la race ou l'espèce influe sur la quantité d'acide carbonique éliminée dans l'unité de temps. Nous aurons à rechercher plus tard à quoi les différences doivent être attribuées.

Chez les bovidés, les schwitz nous ont donné pour 100 kilog. 0gr,463, les normandes 0gr,525, les vendéens, 0gr,560, les flamandes 0gr,631 et les durham et métis durham 0gr,487. Les différences sont ici beaucoup plus grandes que chez les équidés. Entre les flamandes et les schwitz, par exemple, il y a 0gr,631 — 0gr,463 = 0gr,168, soit 1gr,008 pour l'individu moyen de 600 kilog. de poids vif. La plus faible différence, entre les vendéens et les normandes, = 0gr,560 — 0gr,525 = 0gr,035. Sans tenir compte d'aucune considération autre que celle de la race, il est évident ici qu'elle influe d'une façon certaine.

TABLEAU II. — **Classement d'après la race.**

Nos	ÉQUIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbon°.
			k	gr
18	Anglais et anglo-germains.	Giralda.....	452	4,96
19		Brunette...	370	2,45
21		Éva.....	466	2,305
22		Bianca.....	372	1,01
24		Giralda....	452	1,82
26		Miss.....	536	2,70
42		Miss.....	540	1,57
57		Flora.....	402	4,94
58		Fathma....	390	1,73
59		Cadio.....	430	1,64
61		Giralda.....	468	2,62
68		Fathma....	390	1,73
72		Tambourin..	500	3,265
73		Giralda....	450	2,98
74		Glorieux...	492	1,84
82		Prince.....	460	4,52
83		Brillant....	430	1,743
84		Brillant....	430	2,60
		Totaux.....	8,030	46,823
		Pour 100.	.....	0,583
23	Percherons.	Emma.....	654	2,48
27		Chassan....	710	2,38
30		Grise.....	558	2,04
32		Poule.....	633	1,90
34		Poule.....	633	1,67
36		Anna I.....	535	1,25
50		Chassan....	710	5,23
54		Anna II....	671	5,337
55		Mouton.....	665	9,32
70		Poule.....	590	3,88
96		Emma.....	690	2,05
97		Grise.....	572	2,54
98		Anna III...	650	3,88
		Totaux.....	8,271	43,957
		Pour 100.	.....	0,531

Nos	BOVIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbon°.
			k	gr
1	Schwitz.	Burgy.....	668	1,50
2		Pardini....	542	1,67
14		Sépy.....	608	2,26
46		Pardy.....	563	2,06
47		Pardini....	565	2,48
60		Pardini....	508	3,99
62		Pardy.....	570	4,74
		Totaux.....	4,019	18,72
		Pour 100.	.....	0,463
8	Normandes.	Prussienne.	620	2,91
9		Rougette...	582	2,77
10		Noirette....	588	2,092
11		Annette....	538	1,01
12		Bayette.....	716	3,82
51		Nézette.....	675	4,72
64		Prussienne.	650	5,13
85		Picarde....	515	3,22
		Totaux.....	4,884	25,672
		Pour 100.	.....	0,525
38	Vendéens.	Gulistan....	680	1,87
43		Guido.....	670	2,26
53		Norbert....	730	7,43
71		Guido.....	680	3,89
		Totaux.....	2,760	15,45
		Pour 100.	.....	0,560
75	Flamandes.	Finlande...	540	2,968
76		Flamande...	615	3,84
77		Courlande..	604	3,235
78		Yolande....	513	3,68
88		Finlande...	510	5,91
89		Courlande..	670	2,70
90		Yolande.. .	545	4,52
91		Courlande..	700	2,79
		Totaux.....	4,697	29,663
		Pour 100.	.....	0,631
3	Durham ou métis Durham.	Novilie.....	395	0,95
4		Constance..	510	1,825
6		Midding....	419	2,55
7		Rubgy.....	391	0,95
13		Répy.....	305	1,32
15		Wéglia.....	262	1,49
16		Constance..	525	1,863
17		Novilie.....	487	3,000
20		Génisse....	155	0,895
25		Répy.....	354	1,55
28		Rubgy.....	480	1,33
29		Midding....	482	1,34
31		Midding....	482	1,01
33		Novilie.....	500	1,37
39		Novilie.....	505	2,12
40		Génisse....	205	1,02
44		Constance..	530	1,34
49		Répy.....	400	1,55
52		Pallanove...	130	1,69
65		Pallanove...	225	2,12
66		Novilie.....	535	4,66
67		Répy.....	470	2,025
69		Rubgy.....	550	3,195
80		Répy.....	520	3,68
81		Rubgy.....	617	3,418
86		Novilie.....	557	2,92
87		Rubgy.....	617	4,05
93		Rubgy.....	625	5,70
95		Novilie.....	587	2,50
99		Rubgy.....	635	2,10
		Totaux.....	13,455	65,831
		Pour 100.	.....	0,487

Mais ce qui ne l'est pas moins d'après les faits du tableau, c'est que non-seulement la race influe, mais encore dans chaque race la variété. Et là nous trouverons, pour la théorie générale de la respiration pulmonaire, un document de la plus grande importance, qu'il suffira d'analyser en ce moment.

Si nous comparons, en effet, d'une part, les résultats donnés par les bêtes flamandes et d'autre part ceux obtenus avec les durham et leurs métis, lesquels flamandes et durham ne sont que des variétés d'un même type naturel de race ou d'une seule et même espèce, celle des Pays-Bas, nous voyons que les derniers ont donné seulement 0gr,487 d'acide carbonique, tandis que les premières en ont fourni 0gr,631 pour 100 kilog. de poids vif. La différence = 0gr,631 — 0gr,487 = 0gr,144. Elle est par conséquent considérable. Elle le paraîtra encore davantage, si l'on songe que tous les sujets durham purs ou métis, étaient très-jeunes, à l'exception d'un seul. Ce sont les flamandes qui ont donné la plus forte proportion d'acide carbonique, parmi nos bovidés ; ce sont les durham et leurs métis qui ont donné sinon la plus faible, du moins l'une des plus faibles, car les schwitz, à cause sans doute de la grande différence d'âge, toutes les bêtes de cette variété étant au moins adultes et quelques-unes déjà vieilles, se sont montrées un peu au-dessous. Il se pourrait aussi que des circonstances autres que celle de l'âge eussent agi. Mais le fait relatif à la comparaison entre les deux variétés de la race des Pays-Bas n'en conserve pas moins toute sa signification.

Nous savons que ces deux variétés ne diffèrent entre elles que par l'existence, chez celle de Durham, de la précocité avec les attributs qu'elle entraîne. Parmi ces attributs se trouve celui d'un moindre développement des poumons par rapport au poids du corps, démontré par les recherches de Baudement et confirmé par celles de Nathusius, de Roloff et de Koegel. Il résulte donc de nos propres recherches une concordance parfaite entre l'étendue de l'organe et l'étendue de la fonction. Les sujets précoces ont une surface pulmonaire relativement moindre que celle des sujets communs de leur race et ils éliminent, dans l'unité de temps, une moindre quantité d'acide carbonique. A ce point de vue

comme à celui des différences de race, la quantité d'acide carbonique éliminée paraît donc être fonction de la surface pulmonaire.

3° *Influence du sexe.* — Nos recherches ne peuvent guère autoriser à ce sujet des conclusions bien solides, car sous le rapport des différences de sexe, les conditions dans lesquelles on a opéré n'offraient pas assez de variété. Si elles étaient isolées, il faudrait s'abstenir de les examiner sous ce rapport. Mais tels qu'ils se présentent, leurs résultats confirmant ceux qui ont déjà été constatés par d'autres expérimentateurs, je donne pour ce qu'il vaut, le tableau III ci-contre dans lequel je les ai classés, en séparant dans les deux genres d'animaux les mâles entiers, les mâles émasculés et les femelles.

On voit d'abord que chez les équidés les femelles ont donné, pour 100 kilog. de poids vif, plus d'acide carbonique que les mâles émasculés, les juments plus que les chevaux hongres. Tandis que la proportion, pour les premières, est de 0gr,531 elle n'est que de 0gr,521 pour les seconds. Les deux nombres peuvent être considérés comme égaux, si l'on songe que les mâles émasculés étaient tous plus avancés en âge que les juments. Il faudrait comparer des étalons à des juments pour pouvoir en tirer quelque chose. C'est ce qui nous est possible, dans une certaine mesure, pour ce qui concerne les bovidés.

Nous avons là, en effet, un taureau. Il est vrai que ce taureau était bien jeune, eu égard à l'âge moyen des nombreuses vaches ou génisses avec lesquelles nous pouvons le comparer. Mais est-il admissible que l'énorme différence entre 1gr,242 d'acide carbonique éliminé par lui pour 100 kilog. de poids vif et 0gr,514 que le calcul a donné pour l'ensemble des femelles, soit explicable par cette seule circonstance de l'âge ? Je ne le pense pas. Et il y a d'autant moins lieu de le penser que l'animal appartient à la variété la plus précoce de toutes. Au moment où j'écris ceci (6 janvier 1876), 2 ans et 20 jours après sa naissance, puisqu'il est né le 17 décembre 1873, il est pourvu déjà de sa première paire d'incisives mitoyennes complétement évoluées, ce qui n'arrive qu'à 3 ans révolus chez les sujet non précoces.

TABLEAU III. — Classément par série.

Nos	ÉQUIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbon°.
			k	gr
59	Mâles émasculés.	Cadio.....	430	1,64
72		Tambourin .	500	3,265
74		Glorieux ...	492	1,84
82		Prince.....	460	4,52
83		Brillant	430	1,743
84		Brillant	430	2,60
35		Ane	260	0,72
37		Faust.....	300	0,85
56		Ane	280	1,38
		Totaux.....	3,562	18,558
		Pour 100..	.....	0,521
18	Femelles.	Giralda	452	4,96
19		Brunette...	370	2,45
21		Éva	466	2,305
22		Bianca	372	1,01
23		Emma	654	2,48
24		Giralda	452	1,82
26		Miss.....	536	2,70
27		Chassan....	710	2,38
30		Grise	558	2,04
32		Poule.....	633	1,90
34		Poule.....	633	1,67
36		Anna I.....	535	1,25
41		Anna II....	661	1,34
42		Miss.....	540	1,57
50		Chassan....	710	5,23
54		Anna II....	671	5,337
55		Mouton	665	9,32
57		Flora	402	4,94
58		Fathma	306	2,23
61		Giralda	468	2,02
68		Fathma....	390	1,73
70		Poule.....	590	3,88
73		Giralda	450	2,98
96		Emma	600	2,05
97		Grise	572	2,54
98		Anna III...	650	3,88
		Totaux.....	14,220	75,612
		Pour 100.	.. ...	0,531

Nos	BOVIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbonique.
			k	gr
52	Mâles émasculés.	Pallanove...	130	1,69
65		Pallanove...	225	2,12
		Totaux....	355	3,81
		Pour 100.	.....	1,242
38		Guilstan....	680	1,87
43		Guido.....	670	2,26
53		Norbert....	730	7,43
72		Guido.....	680	3,89
		Totaux....	2,770	15,45
		Pour 100.	.....	0,559
1	Femelles.	Burgy	668	1,50
2		Pardini	542	1,67
3		Noville	395	0,95
4		Constance..	510	1,825
5		Lucie	388	2,631
6		Midding....	419	2,55
7		Rubgy	391	0,95
8		Prussienne .	620	2,91
9		Rougette...	582	2,77
10		Noirette....	588	2,002
11		Annette....	538	1,01
12		Bayette	716	3,82
13		Répy	305	1,32
14		Répy	608	2,26
15		Wéglia	262	1,49
16		Constance..	525	1,863
17		Novilie	487	3,000
20		Génisse	155	0,805
25		Répy	354	1,55
28		Rubgy.....	480	1,32
29		Midding....	482	1,01
31		Midding....	482	1,34
33		Novilie.....	500	2,37
39		Novilie.....	505	2,13
40		Génisse	205	1,62
44		Constance..	530	1,34
45		Schnézy....	160	2,08
46		Pardy.....	563	2,06
47		Pardini	565	2,48
48		Lucie	390	1,91
49		Répy	400	1,55
51		Nézette	675	4,72
60		Pardini	503	3,09
62		Pardi.....	570	4,74
63		Schnézy....	252	1,81
64		Prussienne .	650	5,13
66		Novilie.....	535	4,66
67		Répy.....	470	2,025
69		Rubgy	550	3,195
75		Finlande ...	540	2,988
76		Plamande ..	615	3,84
77		Courlande ..	604	3,298
78		Yolande....	513	3,68
79		Schnézy....	335	1,11
80		Répy	520	3,68
81		Rubgy.....	617	3,418
85		Picarde	515	3,22
86		Novilie.....	557	2,92
87		Rubgy	617	4,07
88		Finlande ...	510	5,91
89		Courlande ..	670	2,70
90		Yolande....	545	4,12
91		Courlande ..	700	2,79
92		Schnézy....	390	3,36
93		Rubgy	625	5,70
95		Novilie.....	587	2,50
99		Rubgy	635	2,10
100		Schnézy....	474	1,41
		Totaux...	29,089	149,55
		Pour 100.	.....	0,514

Tout bien considéré, on ne risque donc point beaucoup de se tromper en concluant de nos faits, comme Andral et Gavarret ont conclu des leurs, que le mâle élimine dans l'unité de temps plus d'acide carbonique que la femelle. La conclusion, du reste, est fortifiée par la précédente, attendu qu'il est bien connu que chez le mâle l'étendue relative de la surface pulmonaire est plus grande que chez la femelle.

4° *Influence de l'âge.* — Ici nous sommes en mesure de discuter complétement la question, en prenant pour base des faits nombreux. Dans les deux genres d'animaux sur lesquels ont porté les expériences nous avons en effet tous les âges, du commencement à la fin de la vie. Le classement de ces animaux par âge, tel qu'il est effectué dans le tableau IV ci-contre, nous donnera d'abord une notion générale, mais il nous sera possible de serrer la question de plus près en suivant individuellement plusieurs d'entre eux à divers moments de leur existence.

Pour interpréter exactement les faits rassemblés dans ce tableau, il convient avant tout de tenir compte des influences de race et de variété et de l'influence du sexe, précédemment déterminées. Quant à celle de l'âge, il est clair que les comparaisons ne peuvent être tout à fait valables qu'entre individus de même espèce ou de même variété, ainsi que de même sexe, puisqu'il est établi maintenant que les états dont il s'agit sont eux-mêmes des causes de variation. L'individualité, en outre, ici comme pour tout ce qui concerne les êtres vivants, ne peut pas être négligée. De plus, enfin, quand on opère sur un trop petit nombre de sujets, comme c'est le cas pour plusieurs de nos catégories d'âge du tableau des équidés ci-dessus, d'autres influences que nous n'avons pas encore examinées et qui sont en réalité les plus importantes, viennent comme nous le verrons obscurcir le résultat.

Sous le bénéfice de ces réserves, en comparant seulement les âges extrêmes, chez les équidés, nous voyons que nos sujets de 15 à 18 ans n'ont donné que $0^{gr},296$ d'acide carbonique pour 100 kilog. de poids vif, tandis que ceux de 4 ans en ont donné $0^{gr},500$, c'est-à-dire près du double. La différence est tellement considé-

TABLEAU IV. — **Classement par âge.**

Nos	ÉQUIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbonique.
			k	gr
21	4 ans...	Éva	466	2,305
41		Anna II....	661	1,340
54		Anna II....	671	5,337
		Totaux....	1,798	8,982
		Pour 100.	.....	0,500
98	5 ans...	Anna III ...	650	3,88
		Pour 100.	.....	0,596
26	6 ans...	Miss.....	536	2,70
42		Miss.....	540	1,57
55		Mouton	665	9,32
		Totaux....	1,741	13,59
		Pour 100.	.....	0,78
22	7 ans...	Bianca.....	372	1,04
32		Poule.....	633	1,90
34		Poule.....	633	1,67
		Totaux....	1,638	4,58
		Pour 100.	.....	0,28
18	8 ans...	Giralda.....	452	4,06
19		Brunette ...	370	2,45
24		Giralda.....	452	1,82
27		Chassan....	710	2,38
35		Ane	260	0,72
50		Chassan....	710	5,23
56		Ane.....	260	1,38
59		Cadio	430	1,64
61		Giralda.....	468	2,62
70		Poule.....	590	3,88
73		Giralda.....	450	2,96
		Totaux....	5,152	30,06
		Pour 100.	.....	0,583
23	9 ans...	Emma	654	2,48
30		Grise.....	558	2,04
83		Brillant....	430	1,743
84		Brillant....	430	2,60
		Totaux....	2,072	8,863
		Pour 100.	.....	0,428

Nos	BOVIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbonique.
			k	gr
12	De 0 à 1 an.	Répy	305	1,32
40		Génisse	205	1,02
45		Schnézy....	160	1,06
52		Pallanove...	130	1,69
63		Schnézy....	252	1,81
65		Pallanove...	225	2,12
		Totaux.....	1,277	9,04
		Pour 100...	.....	0,707
7	De 1 à 2 ans.	Rubgy	391	0,95
15		Wéglia	262	1,40
25		Répy	354	1,55
28		Rubgy	480	1,33
66		Répy	470	2,025
79		Schnézy....	335	1,11
92		Schnézy....	390	3,36
100		Schnézy....	474	1,41
		Totaux.....	3,156	13,225
		Pour 100...	.....	0,419
3	De 2 à 3 ans.	Novilie.....	395	0,95
6		Midding....	410	2,55
17		Novilie.....	487	3,00
29		Midding....	482	1,01
31		Midding....	482	1,34
33		Novilie.....	500	1,37
39		Novilie.....	505	2,12
69		Rubgy	550	3,195
78		Yolande....	513	3,68
80		Répy	520	3,68
81		Rubgy	617	3,418
87		Rubgy	617	4,05
93		Rubgy	625	5,70
		Totaux.....	6,712	36,063
		Pour 100...	.....	0,537
66	De 3 à 4 ans.	Novilie.....	535	4,66
86		Novilie.....	557	2,92
90		Yolande....	545	4,52
95		Novilie.....	587	2,50
99		Rubgy	635	2,10
		Totaux.....	2,850	16,70
		Pour 100...	.....	0,584
2	De 4 à 5 ans.	Pardini	542	1,67
60		Pardini	503	3·99
75		Finlande ...	540	2,988
77		Courlande ..	604	3,235
88		Finlande ...	510	5,91
89		Courlande ..	670	2,70
91		Courlande ..	700	2,79
		Totaux.....	4,069	23,283
		Pour 100...	.....	0,572
5	De 5 à 6 ans.	Lucie.....	388	2,631
9		Rougette...	582	2,77
10		Noirette....	588	2,092
11		Annette....	538	1,01
47		Pardini	565	2,48
48		Lucie	390	1,91
85		Picarde	515	3,22
		Totaux.....	3,566	16,113
		Pour 100...	.....	0,452

Suite du Classement par âge.

Nos	ÉQUIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbonique.	Nos	BOVIDÉS.		POIDS vif.	POIDS d'acide carbonique.
			k	gr					
82	10 ans..	Prince.....	460	4,52	4	De 6 à 7 ans.	Constance..	510	1,825
96		Emma.....	690	2,05	16		Constance..	525	1,863
97		Grise.....	572	2,54	77		Flamande..	615	3,84
		Totaux.....	1,722	9,11			Totaux.....	1,760	7,528
		Pour 100...	.....	0,520			Pour 100..	.....	0,427
72	11 ans..	Tambourin..	500	3,265	12	De 7 à 8 ans.	Bayette....	716	3,82
					44		Constance..	530	1,34
		Pour 100...	.....	0,653			Totaux.....	1,246	5,16
							Pour 100..	.....	0,414
57	12 ans..	Flora.....	402	4,94	14	De 8 à 9 ans.	Sépy.....	608	2,26
58		Fathma.....	390	2,23	38		Gulistan....	680	1,87
					43		Guido.....	670	2,26
					46		Pardy.....	563	2,06
					71		Guido.....	680	3,89
		Totaux.....	792	7,17			Totaux.....	3,201	12,34
		Pour 100..	.....	0,905			Pour 100..	.....	0,385
36	De 15 à 18 ans.	Anna I....	535	1,25	1	De 9 à 10 ans.	Burgy.....	668	1,500
37		Faust.....	300	0,85	8		Prussienne.	620	2,94
74		Glorieux....	492	1,84	53		Norbert....	730	7,43
					62		Pardy.....	570	4,74
		Totaux.....	1,327	3,94			Totaux.....	2,588	16,58
		Pour 100...	.....	0,296			Pour 100..	.....	0,64

rable qu'elle ne paraît pas pouvoir être en totalité attribuée aux influences autres que celle de l'âge, qui interviennent nécessairement dans les résultats. Mais sans y insister en ce moment, passons aux bovidés, où des faits plus nombreux et mieux circonstanciés nous offriront plus de netteté, parce que nous y pourrons suivre les mêmes individus.

Là nous voyons que les sujets de 0 à un an ont donné 0gr,707 d'acide carbonique pour 100 kilog. de poids vif, tandis que ceux de 8 à 9 ans n'en ont donné que 0gr,385. Ceux de 9 à 10 ans, les plus âgés de tous, en ont donné 0gr,64 ; mais il est visible que le résultat est ici troublé par un cas exceptionnel, qui s'expliquera bientôt et que nous devons laisser de côté, pour ne pas nous exposer à commettre une grave erreur. Le bœuf Norbert, l'un des quatre animaux de la catégorie, a donné l'énorme quantité

de 7gr,43 d'acide carbonique pour un poids vif de 730 kilog. L'écart entre cette quantité et toutes les autres suffirait pour la faire considérer comme tout à fait exceptionnelle et la mettre en dehors de la comparaison, encore bien qu'il n'y aurait pas lieu de l'attribuer à une circonstance connue ; mais il n'en est pas ainsi, comme nous le verrons. En le retranchant, il reste pour les trois autres sujets du même âge 0gr,492 d'acide carbonique pour 100 kilog. de poids vif, c'est-à-dire toujours beaucoup moins que pour les sujets les plus jeunes.

Il faut considérer aussi que ces derniers appartiennent tous à la variété la plus précoce, chez laquelle nous avons vu la fonction respiratoire réduite à son minimum relatif. Malgré cela, dans tout le tableau on n'en suit pas moins une progression régulièment décroissante pour les séries ascendantes de l'âge, à partir de l'état adulte jusqu'à la vieillesse. Les sujets de 3 à 4 ans donnent 0gr,584 ; ceux de 4 à 5 ans, 0gr,572 ; ceux de 5 à 6 ans, 0gr,452 ; ceux de 6 à 7 ans, 0gr,427 ; ceux de 7 à 8 ans, 0gr,414 ; ceux de 8 à 9 ans, 0gr,385. Il est impossible de méconnaître ici l'influence de l'âge.

Prenons maintenant des sujets isolés et suivons-les. Par exemple, Rubgy, qui est une bête précoce. De l'âge de 1 à 2 ans, on a expérimenté sur elle deux fois. Elle a donné en ces deux fois 0gr,262 d'acide carbonique pour 100 kilog. de poids vif. De l'âge de 2 à 3 ans, elle a fourni quatre expériences et a donné 0gr,678 pour 100 kilog. De l'âge de 3 à 4 ans, en une seule fois elle a donné 2gr,10 pour 635 kilog. de poids vif, soit 0gr,330 pour 100.

Répy, également très-précoce et qui a dû être sacrifiée pour cause d'infécondité, a donné de 0 à 1 an 1gr,32 pour 305 kilog., soit 0gr,432 pour 100 ; de 1 à 2 ans, en deux fois, 3gr,375 pour 824 kilog., ou 0gr,409 pour 100 ; de 2 à 3 ans, en une seule fois 3gr,68 pour 520 kilog., ou 0gr,707 pour 100.

Schnézy, bête commune, a donné, de 0 à 1 an, en deux fois, 2gr,896 pour 412 kilog. de poids vif, soit 0,700 pour 100 ; de 1 à 2 ans, en trois fois, 5gr,880 pour 1199 kilog., ou 0gr,490 pour 100.

Novilie, durham pure, a donné de 2 à 3 ans, en quatre fois,

7gr,440 pour 1887 kilog., ou 0gr,394 pour 100; de 3 à 4 ans, en trois fois, 10gr,08 pour 1679 kilog., ou 0gr,60 pour 100.

Yolande, bête flamande, a donné de 2 à 3 ans, en une seule fois, 3gr,68 pour 513 kilog., ou 0gr,717 pour 100; de 3 à 4 ans elle a donné, en une seule fois aussi, 4gr,52 pour 545 kilog. ou 0gr,83; tandis que Finlande et Courlande, de même variété qu'elle et âgées de 4 à 5 ans, n'ont donné en cinq fois que 17gr,623 pour 3024 kilog., ou 0gr,582 pour 100; et que flamande, âgée de 6 à 7 ans, en a donné 3gr,84 pour 615 kilog., ou 0gr,624 pour 100.

La génisse anonyme, âgée de 0 à 1 an, a donné 1gr,02 pour 205 kilog., ou 0gr,497 pour 100; Wéglia, âgée de 1 à 2 ans, en a donné 1gr,49 pour 262 kilog., ou 0gr,568 pour 100; Midding, âgée 2 à 3 ans, en a donné en trois fois 4gr,90 pour 1383 kilog. ou 0gr,354. Ces jeunes bêtes appartenaient à des variétés précoces.

De tous les faits qui précèdent il résulte bien nettement, me semble-t-il, que durant la jeunesse ou la période de croissance de l'individu il y a un maximum pour l'élimination de l'acide carbonique, et qu'à partir de ce maximum la décroissance progressive se manifeste ensuite régulièrement. Il n'est donc pas possible de méconnaître l'influence que l'âge exerce sur cette élimination, considérée chez un seul et même individu. Le phénomène est d'ailleurs en concordance avec ce que nous savons au sujet des modifications que la même influence détermine dans le rhythme des mouvements respiratoires. On sait, en effet, que chez les équidés jeunes le nombre de ces mouvements est en moyenne de 10 à 12 par minute, tandis qu'il n'est que de 9 à 10 chez les adultes; chez les bovidés, il est pour les jeunes de 18 à 20 et pour les adultes de 15 à 18. Toutes choses égales, la quantité d'acide cabonique éliminée est en raison du nombre des mouvements du thorax dans l'unité de temps.

5° *Influence de l'alimentation et du travail.* — Parmi nos sujets d'expérience, nous en avons deux catégories chez lesquelles l'alimentation et le travail ont été constamment uniformes durant tout le temps, ce sont celle des chevaux de manége et celle des carrossiers; mais il n'en est pas de même pour les autres, où au

contraire les variations ont été fréquentes, surtout pour ce qui concerne l'alimentation. Chez les chevaux agricoles, la plus forte alimentation se montre dans la période des plus forts travaux. C'est là une concordance voulue et normale. Au cas où l'élimination de l'acide carbonique en serait influencée, on ne pourrait par conséquent pas faire dans le résultat les parts respectives de l'alimentation et du travail. Mais en ce cas les bovidés nous fourniraient un moyen sûr de les apprécier, car parmi eux il en est qui travaillent, tandis que les autres restent en repos, avec des variations dans leur alimentation.

Pour apprécier exactement ces variations, dans l'état actuel de nos connaissances, il convient de tenir compte de deux sortes de considérations : d'une part, du rapport du poids de la matière sèche alimentaire au poids vif de l'animal nourri ; d'autre part, de la relation nutritive que présente la ration. Ce qui pourrait influer sur la production et l'élimination de l'acide carbonique par les voies pulmonaires, ce n'est pas la quantité des aliments introduits dans le tube digestif, mais bien celle des principes immédiats nutritifs digérés et introduits dans le sang. Cette dernière quantité, à poids égal de matière sèche ingérée, dépend de la relation nutritive ou du rapport entre les matières protéiques ou azotées et les matières non azotées, représentées par la somme des matières grasses et des extractifs comprenant l'amidon, la dextrine, la cellulose jeune et les sucres. Il est connu que ce que nous nommons le coefficient de digestibilité de la ration s'abaisse aussi bien pour la protéine que pour les principes hydrocarburés, proportionnellement à l'élévation du second terme de la relation. Et je répète que la connaissance de ce fait expérimentalement acquise, enlève toute valeur à la conclusion que Regnault et Reiset ont tirée de leurs expériences, au sujet de l'influence des hydrates de carbone sur la respiration. Il est certain que, dans ces expériences, leurs sujets digéraient et utilisaient d'autant moins de ces hydrates de carbone qu'ils en recevaient davantage en leur qualité de carnassiers.

Nous savons aussi que chez les herbivores adultes la relation nutritive la plus favorable est = 1 : 5. Aux environs de cette relation, le coefficient de digestibilité atteint son maximum. Comme dans le

calcul il n'est pas tenu compte des matières ligneuses, qui sont cependant digestibles pour une certaine proportion, avec un second terme inférieur à 5, ces matières interviennent dans la mesure nécessaire pour le parfaire. Lorsqu'il est au contraire supérieur, la dépression de la digestibilité s'accroît proportionnellement à son élévation. Il arrive donc qu'une ration d'un plus fort poids de matière sèche nourrit moins qu'une autre d'un moindre poids, si la relation nutritive de celle-ci est meilleure que celle de la première.

Ces notions indispensables pour l'interprétation exacte des faits étant posées, nous allons maintenant examiner ceux qui peuvent nous fournir des éclaircissements sur le problème en question, pour la solution duquel nous avons relevé toutes les rations alimentaires consommées par nos animaux durant la période des expériences.

Il convient d'abord de rechercher si, chez les équidés, les variations d'alimentation et de travail ont eu de l'influence sur l'élimination de l'acide carbonique. On peut admettre, pour les chevaux agricoles en question, un poids vif moyen de 650 kilog. Du 1er avril 1873 au 15 juin suivant, ils ont consommé des rations contenant en nombre rond 15 kilog. de matière sèche, d'une relation nutritive = 1 : 4 (également en nombre rond). Cela fait une proportion de 2,3 pour 100 de poids vif, en matière alimentaire digestible au maximum. Durant ce temps, ils n'ont été soumis à aucune recherche. Celles-ci n'ont commencé, pour ce qui les concerne, qu'au mois de novembre.

Du 1er novembre 1873 jusqu'au 15 février 1874, ils ont consommé une ration contenant 16k,839 de matière sèche d'une relation nutritive = 1 : 4,5. Durant ce temps, ils ont éliminé de l'acide carbonique comme il suit :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
23	Emma	654	2,48
27	Chassan	710	2,38
30	Grise	558	2,04
36	Anna I	535	1,25
41	Anna II	661	1,34
	Totaux	3,318	9,49
	Pour 100		0,286

Du 15 février au 1er avril, la ration ne contenait plus que 15k,832 de matière sèche, d'une relation nutritive = 1 : 4,1. Nous avons :

N°	Nom.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
50	Chassan.....	710	5,23
	Pour 100.....		0,736

Du 1er avril au 1er mai, elle contenait 15k,570 de matière sèche d'une relation nutritive = 1 : 4,4. Nous avons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
54	Anna II.....	671	5,337
55	Mouton.....	665	9,320
	Totaux.....	1,336	14,657
	Pour 100.....		1,970

Du 1er janvier 1875 au 1er mars de la même année, la ration contenait 15k,014 de matière sèche avec une relation = 1 : 4,2. Nous avons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
96	Emma.....	690	1,49
97	Grise.....	572	3,18
	Totaux.....	1,262	4,67
	Pour 100....		0,370

Enfin en mars, la ration contenant seulement 14k,276 de matière sèche d'une relation = 1 : 4,2, a donné :

N°	Nom.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
98	Anna III.....	650	3,10
	Pour 100....		0,476

Les nombres montrent clairement déjà qu'il n'y a, chez les équidés, aucune relation nécessaire entre l'alimentation et l'élimination de l'acide carbonique par les poumons, lorsque les mouvements du thorax conservent leur rhythme normal de l'état de repos. Dans tous les cas que nous venons de voir, la relation nutritive était telle que tous les principes immédiats nutritifs de la ration devaient être digérés et osmosés au maximum. Or, la plus forte alimentation correspond à la plus faible élimination. Avec 16k,839 de matière sèche, soit 2,59 pour 100 de poids vif, il y a

eu $0^{gr},286$ d'acide carbonique pour 100 de ce même poids, tandis qu'avec $14^{k},276$ de matière sèche ou 2,19 pour 100, il y en a eu $0^{gr},476$; avec 15^{k}, 832 ou 2,43 pour 100, $0^{gr},736$; avec $15^{k},570$ ou 2,39 pour 100, $1^{gr},970$, et avec $15^{k},014$ ou 2,39 pour 100, seulement $0^{gr},370$. L'évidence est ici complète.

Si nous comparons maintenant aux chevaux de labour les chevaux de manége, dont l'alimentation est restée invariable en quantité et en qualité, nous voyons que ceux-ci ont consommé durant tout le temps une ration contenant $13^{k},296$ de matière sèche, d'une relation nutritive = 1 : 5,7. Leur poids vif moyen était de 450 kil. en nombre rond. Ils recevaient, par conséquent, en matière sèche, 3 pour 100 de leur poids, mais cette matière était moins digestible. Ils ont éliminé en moyenne (voy. tableau II, p. 236) $0^{gr},583$ d'acide carbonique pour 100 kil. de poids vif, c'est-à-dire moins que les chevaux agricoles, qui n'avaient consommé que 2,43 et 2,39 pour 100 de leur poids.

L'alimentation des animaux de la vacherie a varié, comme quantité, entre les limites très-éloignées de $13^{k},711$ et $19^{k},959$ de matière sèche, et comme qualité, entre celles non moins éloignées des relations nutritives 1 : 2 et 1 : 6,5. S'il y avait nécessairement un rapport constant entre l'alimentation et l'élimination de l'acide carbonique, ce rapport se mettrait ici facilement en évidence par le rapprochement des faits.

Du 1er au 27 avril 1873, la ration contenait $19^{k},959$ de matière sèche. C'est la plus forte de toutes en quantité, mais sa relation = 1 : 6,4, ce qui abaisse le coefficient de digestibilité au-dessous de la moyenne. Il y a excès de principes immédiats hydrocarburés.

Durant ce temps, le tableau général des expériences n'en indique qu'une seule, celle de la vache *Burgy*, n° 1, pesant 668 kil. et qui a donné $1^{gr},50$ d'acide carbonique, soit $0^{gr},22$ pour 100 de son poids. Elle était nourrie à raison de 2,9 pour 100 de ce même poids.

Du 27 avril au 15 juin, la ration contenait $18^{k},586$ de matière sèche, d'une relation = 1 : 4, c'est-à-dire nutritive au maximum. Nous avons durant ce temps les résultats suivants :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
2	Pardini	542	1,670
3	Novilie	395	0,950
4	Constance	510	1,825
5	Lucie	388	2,631
6	Midding	419	2,550
7	Rubgy	391	0,950
	Totaux	2,645	10,576
	Pour 100		0,392

Le poids vif moyen des six bêtes est 440 kil. Elles recevaient, en conséquence du nombre indiqué plus haut, 4,2 pour 100 de leur poids d'une matière nutritive au maximum.

Du 15 juin jusqu'à la fin de juillet la ration ne contenait plus que 13k,451 de matière sèche, mais celle-ci était fortement digestible, ayant une relation = 1 : 2,7. Durant ce temps nous avons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
8	Prussienne	620	2,910
9	Rougette	582	2,770
10	Noirette	588	2,092
11	Annette	538	1,010
12	Bayette	716	3,820
13	Répy	305	1,320
14	Sépy	608	2,260
15	Wéglia	262	1,490
16	Constance	525	1,863
17	Novilie	487	3,000
	Totaux	5,231	22,535
	Pour 100		0,430

Le poids vif moyen était ici de 523 kil., qui ont été nourris à raison de 2,59 pour 100. Cependant les animaux ont éliminé une quantité proportionnelle d'acide carbonique plus forte que celle des précédents, qui étaient nourris à raison de 4,2 pour 100 de leur poids, et dont la ration contenait absolument et relativement plus d'hydrates de carbone, puisque le second terme de la relation nutritive était, pour eux, 4, tandis qu'il n'est que 2,7 pour les autres. En fait, les premiers ingéraient près de 13 kil. de ces hydrates de carbone, et les seconds un peu plus de 8 kil. seulement. Le plus correspond donc ici au moins et le moins au plus.

Du 1er au 20 novembre, il n'y a dans le tableau qu'une seule expérience à relever, c'est celle de la génisse qui pesait 155 kil. et qui a donné 0gr,895 d'acide carbonique, ou 0gr,577 pour 100. La relation nutritive de la ration était à ce moment = 1 : 4, et elle a consommé le maximum possible.

Du 20 novembre au 15 décembre, la ration contenait 13k,711 de matière sèche d'une relation = 1 : 5,8. Durant ce temps, nous avons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
25	Répy	354	1,55
28	Rubgy	580	1,33
	Totaux	834	2,88
	Pour 100		0,345

Le poids vif moyen étant 417 kil., les animaux étaient alimentés à raison de 3,28 de matière sèche pour 100. Ils ont encore donné moins d'acide carbonique que les précédents, nourris à raison de 2,59 seulement, dans la proportion de 0,430 à 0,345.

Du 15 décembre 1873 au 30 avril 1874, la ration contenait 17k,539 de matière sèche, d'une relation = 1 : 6,2, c'est-à-dire avec excès d'hydrates de carbone. D'après la conclusion de Régnault et Reiset, nous devrions trouver ici encore un excès correspondant d'acide carbonique éliminé. Examinons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
29	Midding	482	1,01
31	Midding	482	1,34
33	Novilio	500	1,37
39	Novilie	505	2,12
40	Génisse	205	1,02
44	Constance	530	1,34
45	Schnézy	160	1,08
46	Pardy	563	2,06
47	Bardini	565	2,48
48	Lucie	390	1,91
49	Répy	400	1,55
51	Nézette	675	4,72
52	Pallanove	130	1,69
	Totaux	5,507	23,69
	Pour 100		0,430

Le poids vif moyen étant 423 kil., les animaux étaient nourris

à raison de 4,1 pour 100. Ils ont éliminé tout juste la même proportion d'acide carbonique que ceux nourris précédemment à raison de 2,59 pour 100, bien que leur ration contînt plus de 10 kil. d'hydrates de carbone, tandis que celle des autres n'en contenait guère que la moitié, soit exactement 5k,945. La conclusion n'est donc point confirmée.

Du 1er mai au 15 juin, la ration contenait 16k,662 de matière sèche d'une relation nutritive = 1 : 4. Nous relevons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
60	Pardini.....	503	3,99
62	Pardy.....	570	4,77
63	Schnézy.....	252	1,81
64	Prussienne.....	650	5,13
65	Pallanove.....	225	2,12
66	Novilie.....	535	4,66
	Totaux.....	2,735	22,48
	Pour 100		0,821

Le poids vif moyen étant 455 kil., les animaux ont été alimentés à raison de 3,6 pour 100. Il n'y avait dans leur ration que 7k,718 d'hydrates de carbone. Cependant ils ont éliminé une proportion d'acide carbonique presque double de celle des sujets précédents, nourris à raison de 4,1 pour 100 de leur poids et dont la ration contenait plus de 10 kil. d'hydrates de carbone.

Du 15 juin au 15 juillet, la ration contenait 16k,516 de matière sèche d'une relation = 1 : 4; elle était donc presque identique à la précédente par sa composition immédiate. Durant ce temps, on a expérimenté sur deux sujets seulement :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
67	Répy.....	470	2,025
69	Rubgy.....	550	3,195
	Totaux.....	1,020	5,220
	Pour 100....		0,511

Ici le poids vif moyen étant 510 kil., l'alimentation a été de 3,2 pour 100. La proportion des hydrates de carbone dans la ration était 7k,652. Comparé avec le précédent, le résultat est en-

core très-nettement démonstratif. Pour une alimentation sensiblement identique, les animaux ont donné 0gr,350 d'acide carbonique en moins pour 100 de leur poids.

Du 1er au 19 octobre, avec une ration contenant 16k,841 de matière sèche, dont 9k,888 d'hydrates de carbone et une relation = 1 : 5,2, nous trouvons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
75	Finlande	540	2,988
76	Flamande	615	3,840
77	Courlande	604	3,235
78	Yolande	513	3,680
79	Schnézy	335	1,110
80	Répy	520	3,680
81	Rubgy	617	3,418
	Totaux	3,744	21,951
	Pour 100		0,586

Ici le poids vif moyen est 535 kil. L'alimentation a été conséquemment de 3,1 pour 100 du poids vif. Les animaux ont cependant éliminé beaucoup moins d'acide carbonique que ceux qui étaient alimentés à raison de 3,6 pour 100 et dont la ration ne contenait que 7k,718 d'hydrates de carbone, et beaucoup plus que ceux dont elle en contenait plus de 10 kil. avec une proportion alimentaire de 4,1 pour 100 en matière sèche totale.

Enfin du 19 octobre 1874 jusqu'à la clôture des expériences en avril 1875, la ration contenait 19k,522 de matière sèche, dont 12k,582 d'hydrates de carbone, avec une relation = 1 : 6,5. Dans cette période, nous avons :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
85	Picarde	515	3,22
86	Novilie	557	2,92
87	Rubgy	617	4,05
88	Finlande	510	5,91
89	Courlande	670	2,70
90	Yolande	545	1,497
91	Courlande	700	1,56
92	Schnézy	390	2,81
93	Rubgy	625	1,22
94	Blanchette	652	2,61
95	Novilie	587	1,98
99	Rubgy	635	2,25
100	Schnézy	474	4,11
	Totaux	7,477	36,537
	Pour 100		0,492

Le poids vif moyen étant 575 kil., l'alimentation a été de 3,3 pour 100 de ce poids. Les animaux ont toutefois éliminé moins d'acide carbonique que ceux qui, alimentés à raison de 3,1 pour 100, avaient seulement 9k,882 d'hydrates de carbone dans leur ration. Avec cette quantité ceux-ci ont éliminé 0,586 pour 100 de leur poids, tandis que les derniers n'ont éliminé que 0,492 avec 12k,582 de ces hydrates. Encore ici le moins coïncide donc avec le plus et le plus avec le moins. Preuve évidence que l'influence de l'alimentation a été absolument nulle.

Pour ne rien négliger, terminons par ce qui concerne les bœufs.

D'octobre 1873 à la fin d'avril 1874, leur ration contenait 16k,212 de matière sèche, dont 10k,517 d'hydrates de carbone, avec une relation = 1 : 6,5. Dans le tableau général des expériences nous trouvons pour cette période :

Nos	Noms.	Poids vif.	Acide carbonique éliminé.
		k	gr
43	Guido.....	670	2,26
53	Norbert.....	730	7,43
	Totaux.....	1,400	9,69
	Pour 100.....		0,692

Le poids vif moyen est 700 kil. L'alimentation proportionnelle est 2,3 pour 100. Absolument et relativement, les deux bœufs ont reçu moins d'hydrates de carbone que les vaches de notre calcul précédent. Pourtant, ils ont éliminé beaucoup plus d'acide carbonique, dans la proportion de 0,692 : 0,492.

Le 3 juillet 1874, Guido, pesant 680 kil. (exp. n° 71), a éliminé 3gr,89 d'acide carbonique. Sa ration contenait alors 23k,282 de matière sèche, dont 10k,837 d'hydrates de carbone et 2k,497 de protéine. Cela donne une proportion de 3,4 pour 100 du poids vif, avec une relation nutritive = 1 : 4,3. L'animal était donc, sous tous les rapports, nourri au maximum. Pourtant il n'a éliminé que 0gr,572 d'acide carbonique pour 100 kil. de son poids, c'est-à-dire beaucoup moins que les précédents.

Il est on ne peut plus clair, d'après tout ce qui précède, que dans aucun cas l'influence de l'alimentation ne s'est fait sentir sur le phénomène de l'élimination de l'acide carbonique. On ne

peut douter que Regnault et Reiset se sont trompés en attribuant à cette influence les résultats qu'ils ont observés. Ils disent : « Ainsi les expériences 35 et 36, comparées aux expériences 27, 28, 29, 30, 31, 32 et 34, montrent que, *pour des quantités égales d'oxygène consommées, la proportion d'acide carbonique produite est beaucoup plus forte lorsque les chiens sont soumis à une alimentation féculente, que lorsqu'ils sont nourris avec de la viande.* Avec la nourriture féculente, le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène consommé est de 0,928 ; tandis que, lorsque les chiens sont nourris avec de la viande, ce rapport n'est que de 0,745 (1). »

Les détails des expériences semblent, en effet, justifier cette conclusion ; mais il est certain qu'un carnassier soumis à une alimentation où les hydrates de carbone sont en excès sur la relation que comporte sa nutrition particulière, utilise moins de ces hydrates que celui dans l'alimentation duquel ils sont dans la juste proportion de 3 : 1 de protéine. Bien d'autres considérations ont pu, d'ailleurs, intervenir pour expliquer le résultat, et notamment celle de la condition anormale dans laquelle se trouve placé un carnassier nourri d'aliments végétaux. En présence de nos propres résultats, ceux dont il s'agit ici ne peuvent évidemment pas soutenir la comparaison. Les deux cas de Regnault et Reiset, anormaux sous tous les rapports, ne sauraient prévaloir contre la démonstration fournie par cent résultats contraires et irréprochables à tous égards.

Du reste, il est facile de s'assurer que si le dispositif expérimental dont les auteurs se sont servis leur permettait de calculer exactement la quantité de l'oxygène qui passait par la cloche sous laquelle les animaux en expérience respiraient, et celle de l'acide carbonique éliminé par eux, c'est par une pure hypothèse qu'ils ont admis que cette quantité d'oxygène était dans un rapport nécessaire avec celle contenue dans l'acide carbonique. Il suffit de parcourir les détails de leurs expériences pour voir que la composition du mélange gazeux renfermé dans la cloche à la

(1) *Ann. de chimie et de phys.*, 3e série, t. XXVI, p. 428.

fin de ces expériences a présenté de nombreuses variations, quant à la proportion d'oxygène qu'il contenait, et que souvent la plus forte proportion a correspondu à la plus faible quantité d'acide carbonique éliminée en totalité. C'est cette hypothèse non vérifiée qui a causé l'erreur.

L'acide carbonique, éliminé dans un temps donné, ne correspond pas nécessairement, en effet, à l'acide carbonique produit durant ce temps ou antérieurement; car il se peut que son élimination dépende de circonstances extérieures ou étrangères à l'individu. Dans ce que nous avons vu jusqu'à présent, il s'en trouve déjà une preuve non douteuse. Ainsi, dans l'état actuel de la science, il est bien certain que le travail musculaire active la production de l'acide carbonique. La notion même de la thermodynamique l'indiquerait suffisamment; mais en outre l'expérimentation directe l'a démontré à Claude Bernard. L'illustre physiologiste a constaté que le sang qui sort des vaisseaux du muscle en contraction contient plus d'acide carbonique qu'il n'y en avait avant son entrée. Or, en jetant un coup d'œil sur nos tableaux, on y verra sans peine que tel bœuf travailleur, dépensant chaque jour de la force musculaire, a éliminé dans le même temps une quantité proportionnelle d'acide carbonique beaucoup moins grande que celle éliminée par telle vache restant constamment au repos de l'étable, sans même élaborer du lait. C'est le cas, par exemple, de *Guido*, bœuf vendéen, pesant 600 kilog. (n° 43 du tableau général), qui a éliminé 2gr,26, et de *Yolande*, vache flamande pesant 513 kilog. (n° 78), qui a éliminé 3gr,68.

Si donc, en fin de compte, une production plus grande doit avoir pour conséquence une élimination plus forte, sans quoi l'accumulation de l'acide carbonique dans le sang ne serait évidemment pas sans effets fâcheux, qui ont d'ailleurs été observés bien des fois, en particulier chez les chevaux dits vulgairement *pris de chaleur*, il faut chercher ailleurs que dans les sources mêmes de cette production la raison physiologique du phénomène; il faut la chercher surtout en dehors des conditions d'alimentation qui, ainsi que nous venons de le voir jusqu'à l'évidence,

y sont absolument étrangères, puisque, envisagées isolément, elles n'exercent aucune influence appréciable sur les proportions d'acide carbonique éliminées dans l'unité de temps.

6° *Influence de la température et de la pression.* — Nous discuterons simultanément les deux conditions extrinsèques qu'il nous reste à examiner, parce que si ces deux conditions interviennent dans le phénomène que nous étudions, elles doivent nécessairement agir dans le même sens sur les gaz de la respiration. Les belles recherches de Paul Bert ont montré, en ce qui concerne l'oxygène, que les effets physiologiques de ce gaz se manifestent en fonction de sa tension. Ce n'est pas le volume de l'oxygène introduit dans le sang, dans l'unité de temps, qui importe, c'est sa tension. 1 d'oxygène à 2 atmosphères équivaut à 2 d'oxygène à 1 atmosphère. Il s'agit de savoir si l'élimination de l'acide carbonique est influencée par la même circonstance. Mais en ce cas le sens de l'action sera nécessairement différent; car nous sommes ici en présence d'un gaz dont la tension peut être considérée comme constante et qui doit se diffuser dans le milieu atmosphérique, à tension variable. Or, les variations de celle-ci sont aussi bien fonction de la température que de la pression. Une augmentation de la première équivaut à une diminution de la seconde, et inversement. Dans un milieu gazeux, la capacité de diffusion est inversement proportionnelle à la tension. C'est une conséquence de la loi de Dalton, si bien développée par les belles expériences et les solides études de Graham.

Si, théoriquement, la fonction respiratoire pulmonaire n'est pas autre chose qu'un phénomène de diffusion des gaz qui y prennent part, la diffusion de l'acide carbonique du sang, dont la tension peut être considérée comme constante, puisqu'il se produit normalement dans des conditions de température et de pression toujours identiques, doit varier comme la température et la pression extérieures, c'est-à-dire comme la tension du mélange gazeux atmosphérique.

C'est ce que l'examen du tableau suivant va nous permettre de vérifier expérimentalement.

Ce qui, avant tout, doit arrêter l'attention dans les nombres mis en regard, en ce tableau V, c'est l'absence complète d'un rapport constant entre les poids vifs des sujets d'expérience et les quantités d'acide carbonique éliminées pour 100 de ces poids vifs. Il devient tout de suite évident par là que l'élimination ne se produit point en fonction du poids de l'animal ou du volume de son corps, ce qui revient à peu près au même.

Les calculs dont les résultats sont consignés dans la dernière colonne du tableau de chacune des catégories d'équidés et de bovidés ont été effectués en vue de vérifier le point dont il s'agit. Dans la première catégorie, un sujet adulte (*Chassan*, n°s 27 et 50), pesant 710 kilogr. dans les deux cas considérés, a donné une fois 0^{gr},33 et une autre fois 0^{gr},73 pour 100 de son poids, tandis qu'un autre (*Giralda*, n° 18) ne pesant que 452 kil. a donné 1^{gr},09, et un autre encore (*Flora*, n° 57) ne pesant que 402 kil., a donné 1^{gr},22, encore davantage.

Les mêmes rapprochements peuvent être faits pour la seconde catégorie. Mais le fait est trop frappant pour qu'il soit nécessaire de le signaler avec plus de détails. Passons outre pour examiner les influences en question maintenant.

Afin de les rendre plus facilement saisissables, au cas où elles seraient réelles, les résultats obtenus avec un seul et même sujet expérimenté plusieurs fois ont été rapprochés.

Le premier qui se présente, *Giralda*, a donné, dans l'expérience 18, 4^{gr},96 d'acide carbonique; dans l'expérience 24, 1^{gr},82; dans l'expérience 61, 2^{gr},62; et enfin dans l'expérience 74, 2^{gr},98. Dans le premier cas, la température de l'habitation était de + 15°,2, et la pression barométrique entre 730 et 740^{mm}, exactement de 731^{mm}, ce qui est une dépression considérable. Dans le deuxième cas, la température étant + 11°,7, la pression était de 750 à 760^{mm}. Pour un abaissement de température et une élévation de pression, on constate donc une diminution très-nette d'acide carbonique. Et aussitôt on a, dans le troisième cas, une contre-preuve : avec une élévation de température et un abaissement de pression se montre une augmentation d'acide carbo-

TABLEAU V. — Classement d'après

ÉQUIDÉS.

N°	NOMS.	POIDS vif.	TEMPÉRAT°.	ACIDE CARBONIQUE SOUS LA PRESSION DE 730 à 740 millim.	740 à 750 millim.	750 à 760 millim.	760 à 770 millim.	CO^2 pour 100 de poids vif.
			°	gr	gr	gr	gr	
18	Giralda	452	+ 15,2	4,96	»	»	»	1,09
24		452	+ 11,7	»	»	1,82	»	0,40
61		468	+ 14,0	»	2,62	»	»	0,56
73		450	+ 23,2	»	»	2,98	»	0,66
19	Brunette	370	+ 7,0	»	2,45	»	»	0.66
21	Éva	466	+ 11,5	»	2,305	»	»	0.49
22	Bianca	372	+ 8,9	»	1,01	»	»	0,27
23	Emma	654	+ 12,1	»	2,48	»	»	0.38
26		690	+ 5,9	»	»	2,05	»	0,29
26	Miss	536	+ 7,0	»	»	»	2,70	0.50
49		540	+ 10,0	»	»	»	1,57	0,29
27	Chassem	710	+ 10,0	»	»	»	2,38	0.33
50		710	+ 12,2	»	»	5,23	»	0.73
30	Grise	558	+ 11,0	»	»	2,04	»	0.36
97		572	+ 7,0	»	2,54	»	»	0.44
32	Poule	633	+ 11,0	»	»	1,90	»	0.30
34		638	+ 12,0	»	»	1,67	»	0.26
70		590	+ 22,3	»	»	3,88	»	0.65
35	Ane	260	+ 11,1	»	0,72	»	»	0.27
56		260	+ 10,0	1,38	»	»	»	0.53
36	Anna I	535	+ 15,0	»	»	»	1,25	0.23
37	Faust	300	+ 13,0	»	»	»	0,85	0.28
41	Anna II	661	+ 11,2	»	»	»	1,34	0,20
54		674	+ 11.0	»	5,337	»	»	0.79
55	Mouton	665	+ 11,2	9,32	»	»	»	1,40
57	Flora	402	+ 14,0	»	»	4,94	»	1.22
58	Futhma	390	+ 17,0	»	»	2,23	»	0.57
68		390	+ 22,0	»	1,73	»	»	0.44
59	Cadio	430	+ 14,0	»	»	1,64	»	0.38
72	Tambourin	500	+ 20,9	»	»	3,265	»	0.65
74	Glorieux	492	+ 22,1	»	»	1,84	»	0.37
82	Prince	460	+ 15,5	»	»	»	4,52	0.98
83	Brillant	430	+ 12,8	»	»	1,743	»	0.40
84		430	+ 16,0	»	»	»	2,60	0.60
98	Anna III	650	+ 12,0	»	»	3,88	»	0.59

a température et la pression.

BOVIDÉS.								
Nos	NOMS.	POIDS vif.	TEMPÉRATre.	ACIDE CARBONIQUE SOUS LA PRESSION DE 730 à 740 millim.	740 à 750 millim.	750 à 760 millim.	760 à 770 millim.	CO2 pour 100 de poids vif.
			°	gr	gr	gr	gr	
1	Burgy	608	+12,5	»	»	1,5	»	0,32
3		542	+18,5	»	1,67	»	»	0,30
47	Pardini	565	+15,0	»	»	2,06	»	0,36
60		503	+14,5	»	3,99	»	»	0,79
3		395	+14,0	»	0,95	»	»	0,24
17		487	+25,0	»	»	3,00	»	0,61
33		500	+12,0	»	»	1,37	»	0,25
39	Novilie	505	+13,0	»	»	»	2,12	0,42
66		535	+21,0	»	»	4,66	»	0,87
86		557	+18,0	»	»	2,92	»	0,52
95		587	+15,6	»	»	»	2,50	0,42
4		510	+18,5	»	»	»	1,885	0,35
16	Constance	525	+27,0	»	»	»	1,863	0,35
44		530	+15,5	»	»	1,34	»	0,25
5		388	+17,0	»	»	2,631	»	0,67
48	Lucie	390	+11,0	»	»	1,91	»	0,49
6		419	+20,0	»	»	2,55	»	0,60
29	Midding	482	+14,0	»	»	1,01	»	0,21
31		482	+12,0	»	»	1,34	»	0,27
7		391	+19,0	»	»	0,95	»	0,24
28		480	+11,0	»	»	»	1,33	0,27
69		550	+18,3	»	3,195	»	»	0,58
81	Rubgy	617	+17,5	»	»	3,418	»	0,55
87		617	+15,0	»	4,05	»	»	0,65
93		625	+18,0	»	»	5,70	»	0,91
99		635	+17,6	»	»	2,10	»	0,33
8		620	+20,0	»	»	2,91	»	0,47
14	Prussienne	650	+18,4	»	5,13	»	»	0,78
9	Rougette	582	+19,0	»	»	2,77	»	0,47
10	Noirette	588	+22,0	»	»	»	2,092	0,35
11	Annette	538	+21,0	»	»	1,01	»	0,20
12	Bayette	716	+23,8	»	»	»	3,82	0,56
13		305	+23,0	»	»	»	1,32	0,43
25		354	+14,0	»	»	1,55	»	0,44
49	Répy	400	+10,5	1,55	»	»	»	0,39
67		470	+19,8	»	2,025	»	»	0,43
80		520	+20,0	»	»	3,68	»	0,70
14	Sépy	608	+21,0	»	»	2,28	»	0,37
15	Wéglia	202	+18,0	»	»	1,49	»	0,36
20		155	+13,1	»	0,895	»	»	0,57
40	Génisse	205	+13,8	»	»	»	1,02	0,50
38	Gulistan	680	+13,0	»	»	»	1,87	0,27
43		670	+10,8	»	»	2,26	»	0,33
71	Guido	680	+24,7	»	»	3,89	»	0,57
45		160	+12,0	»	d	1,08	»	0,67
63		252	+17,0	»	»	1,81	»	0,71
79	Schnéry	385	+15,5	»	»	1,11	»	0,33
92		390	+19,0	»	»	3,36	»	0,86
100		474	+17,0	»	»	1,41	»	0,29
36		563	+15,0	»	»	2,06	»	0,36
62	Pardy	570	+15,0	»	4,74	»	»	0,83
51	Nézette	675	+14,0	»	»	4,72	»	0,70
52		120	+9,0	»	»	1,69	»	1,30
65	Pallanove	225	+17,0	»	2,12	»	»	0,94
53	Norbert	730	+11,5	»	7,43	»	»	1,01
74		540	+12,0	»	»	2,988	»	0,55
88	Finlande	510	+15,0	»	»	5,91	»	1,16
76	Flamande	605	+16,0	»	»	3,84	»	0,63
77		604	+12,0	»	3,235	»	»	0,53
89	Courlande	670	+12,0	»	2,70	»	»	0,40
78		513	+18,0	»	»	3,68	»	0,71
90	Yolande	645	+17,0	»	»	4,52	»	0,82
85	Picarde	515	+17,0	»	»	3,22	»	0,62

nique. Le quatrième cas permet, à son tour, d'isoler l'influence de la température; car pour une pression comprise entre les mêmes limites que celles du deuxième cas, avec une forte élévation de température, il y a une augmentation également forte de l'acide carbonique.

Le deuxième sujet fournissant des éléments de comparaison, *Emma*, a donné moins de gaz une fois que l'autre. Quand il en a donné moins, la température était plus basse et la pression plus forte. *Miss*, qui vient après, semble apporter une contradiction. Dans les deux cas qui la concernent, les températures sont presque égales et les pressions comprises entre les mêmes limites. Cependant les quantités d'acide carbonique sont très-différentes. La valeur de cette contradiction apparente dépendra du nombre de fois qu'elle pourra se présenter; car il se peut que le résultat soit dû à une différence dans le nombre des mouvements respiratoires durant le temps de l'expérience, différence qui aurait échappé à l'observation.

Chassan a été expérimentée également deux fois, ainsi que *Grise*; elles donnent des résultats confirmatifs de notre premier examen. *Poule*, dans trois expériences exécutées entre les mêmes limites de pression, a donné une fois beaucoup plus d'acide carbonique que les deux autres. Cette fois la température était de 10 degrés plus élevée. L'avant-dernière, avec 1 degré de plus que la première, il y a $0^{gr},37$ d'acide carbonique en moins. Mais la différence n'est pas assez forte pour qu'elle ne puisse être due à une différence correspondante dans le rhythme respiratoire.

Tous les autres sujets, *Ane*, *Anna II*, *Fathma* et *Brillant* confirment la première conclusion. Lorsque la quantité d'acide augmente, c'est que la dépression existe ou que la température s'élève. En présence d'un phénomène complexe comme celui-ci, qui, au moment où nous en sommes arrivés de sa discussion, semble bien dépendre de trois conditions au moins, ce phénomène se déterminant nettement en un sens pour 9 cas sur 10, au sujet de deux de ces conditions, il est bien difficile de se croire obligé d'avoir égard à l'unique cas dans lequel la contradiction

peut être avec tant de probalités attribuée à une cause d'erreur dont l'influence est d'ailleurs incontestable.

Chez les bovidés, formant notre seconde catégorie, toutes les différences assez grandes pour ne pouvoir être non plus attribuées à cette même cause, abstraction faite de l'influence de l'âge, déterminée précédemment, sont également confirmatives. Nous allons le montrer en les passant en revue. L'influence de la température s'y montre surtout très-nettement, parce que les circonstances fortuites ont fait que sur un seul et même individu les expériences ont eu lieu très-souvent sous des pressions comprises entre les mêmes limites.

Chez *Novilie* (n°s 3, 17, 33, 39, 66, 86, 95), par exemple, une seule fois l'acide carbonique a été recueilli entre les limites de 740 à 750^{mm} de pression. Cette fois il y a eu 0^{gr},95 du gaz. La température était + 14 degrés. La bête était jeune et précoce. Quatre fois on l'a recueilli sous une pression de 750 à 760^{mm}. A la température de + 25° on a eu 3 gr.; à celle de + 12°, 1^{gr},37 ; à celle de + 21°, 4^{gr},66 ; enfin à celle de + 18°, 2^{gr},92. Deux fois, sous une pression de 760 à 770^{mm}, on a eu 1^{gr},12 à + 13° et 2^{gr},50 à + 15°,6. Il est clair que les quantités augmentent comme la température.

Constance (n°s 4, 16, 44), sous des pressions de 760 à 770^{mm}, a donné une fois 1^{gr},825 et l'autre 1^{gr},863, avec des températures de + 18°,5 et de + 27°. Une troisième fois, sous une pression de 750 à 760^{mm}, elle n'a donné que 1^{gr},34, mais avec une température de + 15°,5. Dans les premiers cas, la pression était exactement de 761. Dans le troisième elle était de 758. La différence n'était que de 3^{mm}, par conséquent très-faible.

Lucie (n°s 5, 48), sous des pressions de 750 à 760^{mm} a donné une fois 2^{gr},631 à + 17° et l'autre 1^{gr},91 à + 11°.

Midding (n°s 6,29, 31), également sous des pressions de 750 à 760^{mm}, a donné la première fois 2^{gr},55 à + 20°, la deuxième fois 1^{gr},01 à + 11° et la troisième 1^{gr},34 à 12°.

Rubgy (n°s 7, 28, 69, 81, 87, 93, 99), étudiée à de longs intervalles durant sa croissance et par conséquent sous l'influence des variations dues à l'âge, n'en vérifie pas moins la loi. Après avoir

donné $1^{gr},33$ à plus de 760^{mm} de pression et à une température de + 11, elle donne $3^{gr}195$ à la pression de 740 à 750^{mm} et à la température de + 18°,3; $4^{gr},05$ à la même pression et à la température de + 15°; enfin à des pressions de 750 à 760^{mm}, elle donne $3^{gr},418$ à + 17°,5, $5^{gr},70$ à 18° et $2^{gr},10$ à + 17°,6.

Prussienne (nos 8, 64), vieille vache, donne $2^{gr},91$ de 750 à 760^{mm} et à + 20°, tandis qu'elle donne $5^{gr},13$ de 740 à 750^{mm} et à + 18°,4. Ici la différence de pression est considérable, car nous notons pour le premier cas $757^{mm},1$ et pour le second 744, c'est-à-dire un écart de $13^{mm},1$.

Répy (nos 13, 25, 49, 67, 80), donne $1^{gr},32$ de 760 à 770^{mm} et à + 23°; elle donne $1^{gr},55$ de 750^{mm} à 760 et à + 14° et également $1^{gr},55$ de 730 à 740^{mm} mais à + 10°,5 seulement; de 740 à 750^{mm} elle donne $2^{gr},025$, mais à + 19°,8; enfin de 750 à 760^{mm} elle donne $3^{gr},68$, mais à + 20°. On voit nettement, dans ce cas, la compensation entre la température et la pression.

Chez la génisse (nos 20, 40) qui vient ensuite, l'influence du très-jeune âge ne permet pas de rien tirer de la comparaison.

Guido (nos 43, 71), bœuf adulte étudié deux fois sous des pressions de 750 à 760^{mm}, a donné $2^{gr},26$ à + 10°,8 et $3^{gr},89$ à + 24°,7.

Schnézy (nos 45, 63, 79, 92, 100), toutes les fois sous des pressions de 750 à 760^{mm}, a donné $1^{gr},08$ à + 12°, $1^{gr},81$ à + 17°, $1^{gr},11$ à + 15°,5, $3^{gr},36$ à + 19° et $1^{gr},41$ à + 17°. Toujours la quantité croît avec la température.

Pardy (nos 46, 62), vache adulte, montre nettement l'influence isolée de la pression, car les deux fois la température était exactement la même à + 15°. Elle a donné $2^{gr},06$ à la pression de 750 à 760^{mm} et $4^{gr},74$ à celle de 740 à 750^{mm}.

Pallanove (nos 52,65) a donné $1^{gr},69$ de 750 à 760^{mm} et à + 9°; de 740 à 750^{mm} et à + 17° il a donné $2^{gr},12$. Ici la température et la pression ont agi dans le même sens.

Quant aux cas qui restent de *Finlande* (nos 75, 88), de *Courlande* (nos 77, 89) et de *Yolande* (nos 78, 90), les conditions pour chacun étant à peu de chose près les mêmes, on ne pourrait les comparer qu'entre eux. Des influences comme celles

que nous étudions ne peuvent être mises en évidence que par des écarts assez considérables pour ne pas rester dans les limites d'action des autres déjà connues et qui influent elles aussi sur les résultats.

Nous en avons assez vu maintenant, toutefois, pour ne pas conserver de doutes sur la réalité de la loi qui régit l'élimination de l'acide carbonique par l'organe pulmonaire, eu égard aux conditions de milieu dans lesquelles cette élimination s'effectue. Par la constance des résultats observés chez les bovidés, la contradiction apparente fournie par l'un de nos équidés se trouve réduite à sa valeur nulle et reléguée dans la catégorie des causes d'erreur absolument inévitables, quelque soin qu'on mette à expérimenter.

D'après ce qui précède, il est évident notamment que l'opinion générale à l'égard de l'influence de la température sur l'élimination de l'acide carbonique n'est pas fondée. On a cru jusqu'à présent que la quantité éliminée est d'autant plus grande que la température du milieu est plus basse. C'est précisément le contraire qui est la vérité. Valentin, Vierordt, Smith, Letellier, se sont trompés en croyant confirmer sur ce sujet, par les résultats de leurs expériences, l'opinion générale fondée sur un raisonnement *à priori*, en apparence plausible, il est vrai. Leur erreur est due à ce qu'ils se sont bornés à déterminer la proportion centésimale de l'acide carbonique contenu, en volume, dans le mélange gazeux expiré, sans tenir compte de la grande augmentation de volume total produite, dans l'unité de temps, par l'élévation de la température et par les conditions intrinsèques ou individuelles. Ainsi Valentin, comme je l'ai déjà dit, a trouvé $4^{gr},37$ d'acide carbonique pour 100 à une température moyenne de 0°, et $3^{gr},56$ à + 21.

Indépendamment de mes dosages absolus en poids, j'ai opéré un certain nombre de dosages volumétriques proportionnels, dont les résultats sont consignés dans le tableau général des expériences sous les n°s 90 à 100. En se reportant à ces résultats, on constatera facilement que les proportions varient beaucoup et qu'il n'y a aucun rapport constant entre les volumes centésimaux et les poids

absolus d'acide carbonique obtenus dans l'unité de temps. Dans les cas considérés, les proportions volumétriques ont varié de 1,22 à 4,11 pour 100, et précisément la plus forte proportion correspond à la plus faible quantité absolue, la plus faible proportion à la plus forte quantité. Il n'y a donc rien à tirer de la méthode de dosage dont il s'agit pour apprécier la fonction dans ce qu'elle a d'essentiel. Elle ne pourrait servir qu'au cas où l'on tiendrait compte en même temps du volume total du mélange gazeux expiré, et encore les calculs de correction que cette méthode nécessite, indépendamment des difficultés que présente la mesure de si grands volumes de gaz et de l'incertitude des lectures, y multiplient trop les causes d'erreur pour qu'on y puisse avoir confiance.

Résume. — La longue discussion à laquelle nous venons de soumettre les résultats de nos recherches, en vue de dégager les conditions ou circonstances qui ont fait varier ces résultats, c'est-à-dire dont le phénomène étudié est fonction, peut se résumer en quelques propositions qui vont être énoncées.

a. Le genre des animaux influe sur l'intensité de leur fonction respiratoire. A poids égal, les équidés éliminent plus d'acide carbonique que les bovidés, dans l'unité de temps.

b. La race ou l'espèce influe également sur cette intensité, et dans une seule et même race il en est encore ainsi pour les variétés. Dans chaque genre, les races, et, dans chaque race, les variétés de moindre poids ont une respiration plus active. Ces races et ces variétés sont celles qui ont relativement la plus grande surface pulmonaire. Chez les équidés, les chevaux de la variété anglaise du type asiatique et leurs dérivés sont connus comme ayant la cavité thoracique plus spacieuse et par conséquent les poumons plus volumineux, à poids égal du corps, que ceux des chevaux des autres races de l'Europe occidentale. Leur poumon contient aussi plus d'alvéoles par unité de volume. Chez les bovidés, les recherches de Baudement, confirmées par tous les observateurs qui se sont occupés de la question, ont établi que le poids des poumons diminue relativement au poids du corps et que la capacité de la cavité thoracique diminue aussi à mesure que les races ou les varié-

tés deviennent plus précoces ou que l'achèvement de leur squelette est moins tardif. Les sujets de ces races et de ces variétés, dont les poumons ont moins de surface déployée, éliminent dans l'unité de temps une moindre quantité d'acide carbonique relativement au poids de leur corps.

c. Le sexe influe sur la respiration. Le mâle l'a plus active que la femelle. Il est connu aussi qu'il a, relativement au poids du corps, une capacité pulmonaire plus grande.

d. L'âge a également une influence marquée sur l'élimination de l'acide carbonique par les poumons. Les jeunes en éliminent proportionnellement plus que les vieux. A cet égard, il est connu de même que l'âge influe sur le rhythme respiratoire et que le nombre des mouvements du thorax, dans l'unité de temps, diminue à mesure que l'âge avance. Conséquemment, le mélange gazeux contenu dans les poumons se renouvelle plus fréquemment chez les sujets jeunes que chez les vieux.

e. L'alimentation, soit par sa quantité, soit par sa qualité, du moment qu'elle est suffisante pour entretenir l'état de santé ou état individuel normal, n'a aucune influence sur la fonction respiratoire, contrairement à ce qui a été avancé d'après des résultats d'expériences mal interprétés.

f. Le travail musculaire, qui augmente la production de l'acide carbonique et sa quantité proportionnelle dans le sang, n'influe en rien non plus sur la respiration, après qu'il s'est accompli. Les animaux travailleurs ou utilisés comme moteurs animés n'éliminent, au repos, pas plus d'acide carbonique dans l'unité de temps que ceux de même genre qui n'ont produit aucun travail extérieur.

g. La température atmosphérique a une influence très-nette sur l'élimination de l'acide carbonique. La quantité éliminée est directement proportionnelle à son élévation. Contrairement à ce qui a été avancé, la respiration élimine d'autant moins d'acide carbonique que la température est plus basse.

h. La pression barométrique agit en sens inverse de la température. L'élimination diminue à mesure que la pression s'élève ; elle augmente au contraire à mesure que celle-ci s'abaisse.

i. L'influence de la température et celle de la pression agissant en sens inverse se compensent. Une température élevée et une basse pression équivalent à une température basse et une pression élevée, pourvu que les facteurs varient dans les mêmes limites. L'élévation de la température et l'abaissement de la pression additionnent leurs effets et portent l'élimination de l'acide carbonique par les poumons à son maximum d'intensité.

VI. — CONCLUSIONS.

Des propositions expérimentalement démontrées en lesquelles se résume la signification des résultats exposés et discutés dans le présent mémoire, se dégage clairement un fait fondamental, qui est la loi du phénomène étudié et analysé. Ce fait, c'est que l'élimination de l'acide carbonique par les poumons est un phénomène de l'ordre purement physique, un phénomène de diffusion, dépendant exclusivement des lois qui régissent la diffusion des gaz au travers d'un corps perméable quelconque, inorganique ou organique.

La seule circonstance particulière qui, chez l'être vivant, intervienne pour en modifier, non pas le mode essentiel, mais l'étendue, est elle-même purement mécanique. L'organe pulmonaire, dans lequel se passe ce phénomène, est absolument passif. Les vésicules ou alvéoles pulmonaires représentent exactement autant de diaphragmes dialyseurs, sur l'une des parois desquels se renouvelle plus ou moins fréquemment le mélange gazeux dans lequel se diffuse le gaz en mouvement sur l'autre paroi. L'intensité de la diffusion est seulement proportionnelle aux variations des propriétés que présente ce mélange gazeux et en particulier de sa tension, celle du gaz en circulation restant constante.

En effet, des influences agissant sur le phénomène que nous avons constatées, celles qui dépendent de l'individu qui respire ou sont intrinsèques se rapportent toutes à une question de surface relative de l'organe respiratoire, à l'étendue totale des parois au travers desquelles s'opère la diffusion : telles sont les influences du genre, de l'espèce, de la variété et du sexe des animaux, agis-

sant uniquement sur le volume relatif des poumons ou sur le nombre des alvéoles pulmonaires contenues dans l'unité de volume; ou bien, comme celle de l'âge, elles ont pour effet d'activer ou de ralentir le renouvellement du mélange gazeux dans les poumons et d'en changer ainsi les proportions. En ce sens, par exemple, agit le travail musculaire actuel, qui active les mouvements respiratoires, et cela d'autant plus qu'il s'exécute à une allure plus vive et qu'il est plus intense.

Les influences extrinsèques ou dépendant du milieu respirable ou atmosphérique, les influences de la température et de la pression barométrique, ne font varier que la tension du mélange gazeux contenu dans les alvéoles pulmonaires, tension qui, comme on le sait en physique, est directement proportionnelle à la pression et inversement proportionnelle à la température.

Dans le phénomène en question, il y a une constante, qui est la tension du gaz contenu en dissolution dans le sang, et trois variables, qui sont la surface déployée de l'organe pulmonaire, la fréquence du renouvellement du mélange gazeux en contact avec cette surface et la tension de ce même mélange gazeux.

Selon les lois physiques connues, la diffusion de l'acide carbonique produit par l'économie animale, dans le milieu atmosphérique, ce qui est le point le plus essentiel de la respiration pulmonaire, parce que c'en est le plus urgent, s'opère donc en fonctions des surfaces, de la composition et de la tension du milieu gazeux extérieur. Aucune autre circonstance ou condition déterminante n'intervient dans le phénomène qui, je le répète, est ainsi purement et simplement physique et mécanique, et peut par conséquent être reproduit ou imité avec un dispositif composé de matériaux inertes, c'est-à-dire avec un appareil de laboratoire ou schéma.

Les variations de ces fonctions, telles qu'elles se produisent dans les conditions naturelles, suffisent pour mettre le fait en évidence; il n'est pas nécessaire pour cela de les forcer ou de les grandir expérimentalement. Les effets, notamment, de la dépression barométrique et de l'élévation de température, dans les limites où elles s'observent sous notre climat, ne laissent aucune

place au doute. Ces effets ont une étendue dont l'importance ne peut pas échapper, puisqu'il suffit de quelques millimètres du baromètre en moins et de quelques degrés du thermomètre en plus pour élever presque au double l'élimination de l'acide carbonique dans l'unité de temps.

Les nombreuses conséquences pratiques de ce fait seront facilement saisies. Sa constatation contribuera, j'espère, à fournir l'interprétation précise des troubles fonctionnels qui, par exemple, s'observent dans l'économie animale, à la suite des changements d'altitude ou de climat, et aussi celle de beaucoup d'autres phénomènes hygiéniques ou pathologiques, qu'il ne peut pas entrer dans le plan de ce mémoire d'examiner en détail.

Il est bien connu que les proportions de l'acide carbonique contenu dans le sang en circulation, à un moment donné, sont très-variables, et que les variations à cet égard se présentent avec des limites assez éloignées. Toutes les recherches effectuées en ce sens par de nombreux observateurs en témoignent. Toutefois, si ces limites sont éloignées, elles n'en sont pas moins déterminées, eu égard à la conservation de l'état normal de l'organisme. La limite *minima* est déterminée par la quantité de chaleur nécessaire à l'entretien de la vie, cette chaleur se dégageant dans les réactions dont l'une des conséquences est la formation de l'acide carbonique; la limite *maxima* l'est, de son côté, par la limite *minima* de l'action toxique de cet acide sur les éléments anatomiques. Il ne serait pas impossible que l'un des résultats les plus curieux des belles recherches de Paul Bert, savoir la mort ou l'inactivité des éléments ou des tissus organiques soumis à la pression d'un certain nombre d'atmosphères, dût être attribué à l'impossibilité du dégagement de l'acide carbonique formé sous l'influence de l'oxygène à forte tension.

La diminution de tension de l'atmosphère respiratoire a pour conséquence d'augmenter l'élimination de l'acide carbonique et de diminuer l'activité de l'oxygène introduit en échange dans le sang, et par là d'affaiblir les actions nutritives qui entretiennent la vie. L'augmentation de tension de cette atmosphère, en accroissant l'activité de l'oxygène, comme l'a démontré Paul Bert,

et en déterminant une plus forte production d'acide carbonique, diminue l'élimination de cet acide, dont la diffusion devient moins facile et a pour conséquence les effets toxiques qui lui sont propres, lorsque son accumulation dépasse la limite de tolérance de l'organisme considéré.

Il est excessivement probable, sinon certain, que cette limite de tolérance, aussi bien que la limite *minima* dont il vient d'être parlé, est soumise à des variations individuelles et à des variations de race dues à l'accoutumance au milieu naturel. Et c'est là sans doute ce qui rend si difficile, pour ne pas dire impossible, l'accommodation complète de la fonction respiratoire aux nouvelles conditions extérieures qui résultent des changements de climat réels, c'est-à-dire des changements notables de conditions permanentes de température et de pression moyennes, accommodation qui caractérise le véritable acclimatement.

DE

L'ACTION DES SELS BILIAIRES

SUR LE POULS, LA TENSION, LA RESPIRATION, LA TEMPÉRATURE.

Par MM. V. FELTZ et E. RITTER
Professeurs à la Faculté de médecine de Nancy.

(Mémoire présenté à l'Académie des sciences, le 6 mars 1876)

Dans les divers mémoires concernant l'action sur l'organisme de la bile en nature et celle des divers principes constituants de ce liquide de sécrétion que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie des sciences jusqu'à ce jour, nous nous sommes presque uniquement occupés de la pathogénie de l'ictère grave. Nous avons successivement montré, soit par l'expérimentation, soit par l'anatomie pathologique et la clinique, que la coloration jaune des tissus dépend essentiellement des matières colorantes de la bile, retenues dans le sang; que les accidents hémorrhagiques et nerveux, parfois si formidables dans le cours des ictères, sont presque toujours liés à l'intoxication du sang par les sels biliaires, rarement dépendants d'accidents emboliques, créés dans les organes essentiels par une sursaturation cholestérique du sang.

Nous avons laissé sur le second plan toutes les questions si importantes dans l'ictère qui ont trait aux modifications des fonctions de circulation, de respiration et de calorification, parce que nous avions avant tout à rechercher les modifications du sang, des sécrétions et les altérations organiques survenant du côté des principaux parenchymes. Pour arriver à ce but nous devions employer, à fortes doses, les agents d'intoxication; par ce fait même, nous nous écartions des conditions propres à l'étude régulière des altérations purement fonctionnelles, réputées dépendre de l'ictère; c'est cette lacune que nous nous proposons de combler dans le présent mémoire.

I. — DE LA CIRCULATION DANS L'ICTÈRE.

Depuis les remarquables travaux de Bouillaud sur la classification des lésions du foie et des différentes espèces d'ictères, tous les auteurs sont à peu près d'accord pour admettre dans les ictères simples un ralentissement du pouls et une légère diminution du nombre des respirations. La survenance de la fièvre dans le décours des ictères indique, pour tout clinicien, une complication de nature inflammatoire ou infectieuse.

Les recherches sur la tension du sang et la température dans l'ictère sont beaucoup moins précises; pour certains auteurs, en effet, la tension et la température augmenteraient, pour d'autres, au contraire, elles diminueraient.

Si l'on ne considère que les traces sphygmographiques du pouls, on serait assez tenté d'admettre une diminution de la tension parce que la ligne de descente étant longue on croit volontiers à une augmentation de résistance périphérique; l'on oublie que cette forme de ligne dépend tout aussi bien d'un affaiblissement relatif de la contraction cardiaque.

Pour arriver à des conclusions aussi certaines que possible, nous avons pensé à enregistrer le pouls et la respiration et à prendre directement la tension à l'aide de notre hémodynamomètre; quant à la température, nous l'avons toujours prise à l'aide du même thermomètre, enfoncé dans le rectum, d'une longueur toujours égale.

Les animaux qui ont servi à l'expérimentation étaient dans des conditions identiques, quant aux heures et à la composition des repas et aux heures d'opération.

Des expériences préliminaires d'injection de bile en nature à faibles doses, mais souvent répétées, nous ayant démontré jusqu'à l'évidence la diminution du nombre des contractions du cœur et des respirations, ainsi qu'un léger abaissement de température, nous avons dû, en tout premier lieu, rechercher quel était le principe de la bile qui pût avoir un semblable effet. Nous pouvons d'emblée négliger les matières colorantes, car les injec-

tions de bilirubine, de biliprasine, de bilifuxine et de bilihumine ne nous ont jamais donné de modifications du pouls, soit que nous les employions à fortes doses jusqu'à 3 et 4 grammes, soit que, pour maintenir les animaux très-longtemps sous leur influence, nous les introduisions dans le sang à de très-faibles quantités, mais à des intervalles de temps très-rapprochés. La température cependant baisse légèrement.

Quant à la cholestérine que l'on introduit dans le sang, elle ne peut en aucun cas influencer la circulation tant qu'elle reste dissoute dans le sang; elle ne pourrait jouer un rôle qu'autant qu'elle ferait embolie dans les parois propres du cœur, dans le poumon ou dans les centres nerveux qui président aux fonctions de calorification, de respiration ou de circulation.

Nous avons démontré dans notre mémoire sur la cholestérémie qu'il n'existe pas, à proprement parler, d'empoisonnement cholestérique, puisque la cholestérine n'est et ne peut être un agent toxique; elle ne devient que mécaniquement cause de troubles circulatoires.

Les sels biliaires seuls ont une action réelle sur le pouls, la respiration et la température. Pour étudier cette influence, démontrée par toutes nos expériences relatées dans notre mémoire intitulé: *De l'action des sels biliaires sur l'économie*, (année 1874, p. 562) nous avons procédé de la manière suivante:

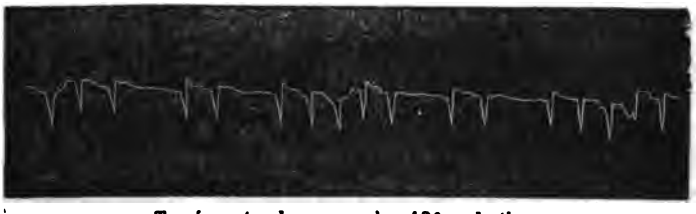
Au lieu d'empoisonner nos animaux en leur administrant des doses relativement fortes de sels biliaires, nous nous sommes contentés de les impressionner et de ne provoquer que des vomissements et de la diarrhée bilieuse. Pour atteindre ce but, nous avons pris une solution au dixième des sels biliaires, glycocholate et taurocholate de soude, dans les proportions où nous trouvons ces sels dans la bile. Cette solution marque au densimètre 1020. Les doses suffisantes pour un commencement d'empoisonnement varient entre 20 et 25 centimètres cubes de notre solution. Pour éviter des accidents trop aigus, même à ces faibles doses, il est bon de les diluer encore, au moment de l'injection, en y ajoutant quelques centimètres cubes d'eau. En agissant ainsi, on crée un état pathologique de cinq ou six heures

de durée, temps nécessaire à l'élimination plus ou moins complète de la substance toxique. Si l'on ne prend pas les précautions que nous venons d'indiquer, on contamine trop le sang, on dissout le globule sanguin, si bien que les accidents ne sont plus du tout comparables à ceux que l'on observe dans les ictères simples; l'on se place, en effet, immédiatement en présence d'une complication qui influence d'une manière trop accentuée les fonctions de circulation, de calorification et de respiration.

II. — EXPÉRIENCES.

1° Nous injectons dans la veine crurale d'un chien robuste, âgé de huit mois, 30 centimètres cubes de notre solution biliaire. Immédiatement avant l'opération, la température était de 39°, 4 — le pouls battait 140 fois, la respiration montait à 12 et le poids s'élevait à 9 kilogr. 500 gr. Les sels biliaires, à peine introduits dans le sang, provoquent d'abondants vomissements, d'abord séreux, puis bilieux. La diarrhée s'établit après une demi-heure et dure environ cinq heures. Les vomissements s'arrêtent au bout de deux heures. Le premier symptôme de l'intoxication biliaire consiste en un ptyalisme très-marqué. Notons encore des urines beaucoup plus abondantes qu'en temps ordinaire.

Tracé normal. 120 pulsations.



Tracé quatre heures après. 120 pulsations.

L'animal redevenu tranquille, nous reprenons son pouls, nous l'enregistrons, ainsi que la respiration, nous mesurons la température et le poids; nous obtenons les chiffres suivants : pour le pouls 120, la température 39°, la respiration 9 et le poids 9300 grammes.

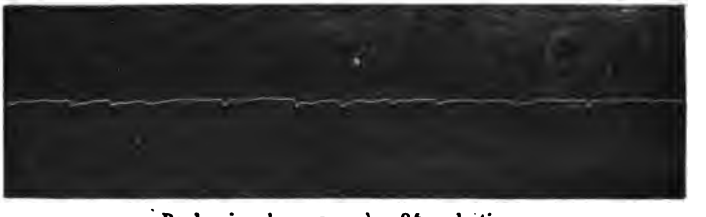
Au bout de huit heures, le chien est revenu à l'état normal.

Il est facile de constater les modifications du pouls en comparant nos deux tracés ci-contre, dont le premier a été pris avant l'opération, et le second au bout de quatre heures.

Remarque. — Cette expérience nous démontre que malgré la rapidité de l'élimination des sels biliaires, la température, le pouls et la respiration restent relativement très-longtemps au-dessous de la normale.

2° Le 11 février 1876, nous introduisons par la veine jugulaire droite 20 centimètres de notre solution des sels biliaires, à un chien mesurant 39°, 6 de température, 120 de pouls, 25 de respiration et 7 k. de poids. Aussitôt après l'injection, le ptyalisme et les vomissements commencent. Nous profitons du premier moment de repos, qui arrive 20 minutes après l'opération, pour reprendre le tableau du pouls et de la respiration. Nous constatons une diminution de température de 9 dixièmes, le pouls ne bat plus que 92 fois et la respiration descend à 18, tout en restant régulière. Nous attendons pour prendre les tracés du pouls et de la respiration qu'il n'y ait plus ni vomissements, ni diarrhée, moment qui arrive cinq heures après l'injection. Quoique l'élimination des sels tirât sur sa fin, nous trouvons encore le pouls descendu à 84, la respiration à 16 et la température à 18°, 6.

Pouls normal. 120 pulsations.



Pouls cinq heures après. 84 pulsations.

Remarque. — L'examen des tracés du pouls nous indique non-seulement une diminution de fréquence, mais surtout une modification très-appréciable de la tension artérielle.

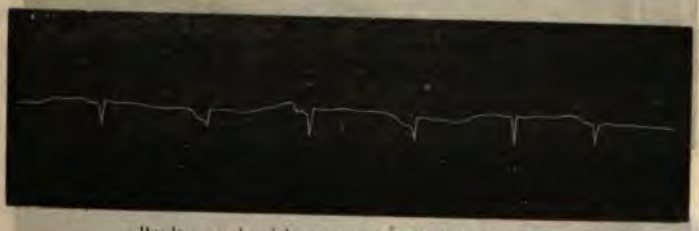
En vue d'étudier le moment où commence l'action des sels biliaires et l'état réel de la tension artérielle ou de la force de contraction du cœur, nous nous décidons dans les deux expériences suivantes à enregistrer le pouls et la respiration presque immédiatement après l'injection et à mesurer la tension artérielle.

3° Chien fort et vigoureux pesant 9 kilog., mesurant 39°,5 de température, 108 de pouls et 14 de respiration.

Nous prenons la tension dans l'artère crurale gauche; notre hémodynamomètre marque une pression de 13 c., 5 de mercure.

Après avoir enregistré le pouls et la respiration, nous injectons dans la veine crurale gauche 25 cent. cubes de notre solution biliaire. L'opération faite, le cortége habituel des symptômes de l'intoxication biliaire apparaît.

Pouls normal. 108 pulsations.



Pouls une demi-heure après. 60 pulsations.

Pouls quatre heures après. 84 pulsations.

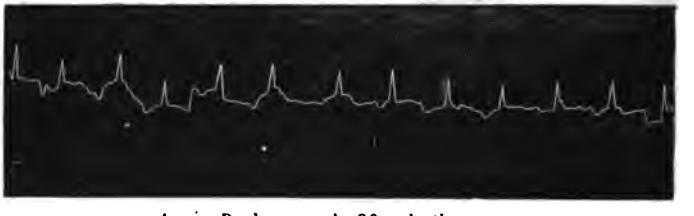
Une demi-heure à peine après l'introduction des sels biliaires, la température baisse de plus d'un degré, le pouls tombe à 60 et la respiration à 12.

Après avoir pris le tracé du pouls et de la respiration, nous laissons reposer l'animal pour prendre plus tard sa tension à un moment relativement éloigné de l'injection, quatre heures après. L'hémodynamomètre ne marque plus que 11 c., 5, ce qui nous donne une différence de 2 centimètres de pression.

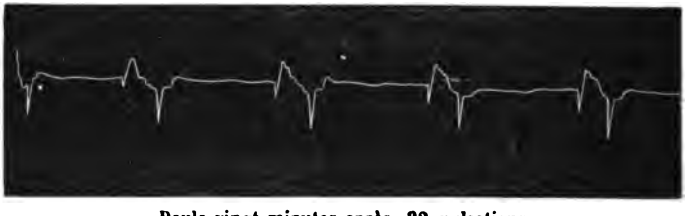
L'enregistreur nous montrant, d'un autre côté, que le pouls est déjà remonté à 84, nous en pouvons conclure que la pression du sang doit encore baisser davantage au commencement de l'expérience. Il est du reste facile de saisir toutes ces différences, en jetant un coup d'œil sur les trois tracés suivants qui nous indiquent tout aussi bien les différences du nombre des pulsations que l'affaiblissement des contractions du cœur.

Remarque. — L'examen du dernier tracé montre surtout la faiblesse relative du cœur puisque le cardiographe indique à peine ses contractions pendant l'inspiration.

4° Pour nous fixer sur la tension minima et la réduction la plus forte du pouls, nous faisons l'expérience suivante. Chez un chien de forte taille, pesant 11 500 gr., ayant 90 de pouls, 20 respirations à la minute et mesurant 40° de température, nous prenons la tension dans l'artère crurale gauche; elle est de 14 centimètres. Nous introduisons ensuite



Pouls normal. 90 pulsations.



Pouls vingt minutes après. 32 pulsations.

dans la veine crurale gauche 20 cent. cubes de notre solution biliaire. Dès que l'animal se trouve franchement affecté, nous reprenons la tension. L'hémodynamomètre ne marque plus que 11 cent. de hauteur. La tension a donc baissé en vingt minutes d'une colonne de mercure de 3 cent. Le pouls et la respiration coïncidant avec cette tension, sont de 32 pulsa-

tions et de 18 respirations à la minute, comme l'indiquent les deux tracés ci-dessus. A ce même moment le thermomètre marque 39°,4.

Remarque. — De l'étude et de la comparaison des faits concernant le pouls, la respiration, la température, la tension et le et le poids des animaux soumis à notre mode d'intoxication, il est aisé de conclure que, sous l'influence des sels biliaires, administrés relativement à faibles doses, il y a un abaissement de température qui varie entre un et deux degrés ; une diminution de la fréquence du pouls, d'autant plus sensible que l'intoxication est plus récente. La tension artérielle faiblit très-sensiblement ; la respiration diminue d'un tiers ou d'un quart, mais reste régulière. La déperdition de poids n'est le résultat que des évacuations exagérées.

III. — MODE D'ACTION DES SELS BILIAIRES.

Étant arrivé à la démonstration, que ce sont les sels biliaires convenablement administrés, qui jouent le principal rôle dans les troubles de circulation, de respiration et de calorification, que nous venons de voir dans nos expériences, il nous est certes permis de penser que ce sont également les sels biliaires, retenus plus ou moins longtemps et en petite quantité dans le sang, qui sont dans l'ictère la cause directe des modifications de la circulation et de la respiration.

Comment agissent ces sels pour déterminer les altérations fonctionnelles que nous venons de spécifier? Est-ce la lésion du sang, qu'il est si facile de démontrer par de fortes injections de sels biliaires, que l'on doit accuser, soit qu'elle porte son action sur le système nerveux, soit qu'elle trouble la nutrition du système musculaire et ses fonctions? La constitution elle-même du sang dans les conditions de l'intoxication biliaire, forte ou faible, ne serait-elle pas aussi plus ou moins justiciable des lésions fonctionnelles?

Toutes ces hypothèses sont possibles parce que en dehors de la lésion du sang on n'en trouve ni du côté du système musculaire, ni du côté du système nerveux périphérique ou central.

Les premières altérations organiques relevant de l'intoxication biliaire, surviennent en effet, comme nous l'avons démontré, du côté du foie et des reins. Le système musculaire reste si indemne que l'on peut, de par l'absence de ses lésions, différencier la contamination bilieuse d'avec les empoisonnements par le phosphore.

Pour éclaircir toutes ces questions, nous avons dû faire diverses expériences; nous avons dû, tout d'abord, chercher à connaître l'action des sels biliaires dans les cas d'isolement relatif de l'organe central de la circulation d'avec ses principales attaches nerveuses. A cet effet, nous avons pensé ne pouvoir mieux réussir qu'en opérant sur des animaux auxquels nous aurions préalablement sectionné les nerfs sympathiques et pneumogastriques. Voici cette expérience :

5° Chien très-robuste de 15 k., ayant une température de 39°,5, un pouls de 124 et respirant 13 fois à la minute. Nous prenons, en tout premier lieu, le tracé du pouls et de la respiration, nous lui sectionnons ensuite des deux côtés, les cordons nerveux, constitués par la réunion des pneumogastriques et des sympathiques. Chemin faisant, nous isolons la grosse veine jugulaire du côté gauche et nous la préparons pour recevoir l'injection des sels biliaires.

Après la section des nerfs, nous reprenons le pouls, la température et la respiration; le thermomètre est descendu à 38°,2; le pouls est monté à 238; la respiration a baissé à 6. L'appareil enregistreur, comme le montrent les tracés, confirme les données du chronomètre.

Nous injectons 25 cent. cubes de notre solution biliaire, dans la veine jugulaire gauche; nous laissons reposer le chien 20 minutes, et nous arrivons aux chiffres suivants: température 37°,5, pouls 160, respiration 6.

Au bout de cinq heures, la température remonte à 37°,8, le pouls à 198 et la respiration à 9. Nous l'abandonnons de crainte des complications dépendant des sections nerveuses.

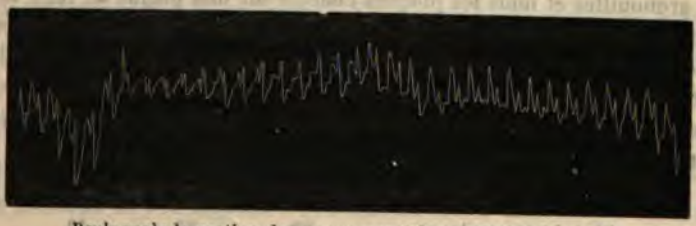
Pendant tout le cours de l'expérience, nous avons remarqué la diarrhée bilieuse habituelle, des efforts de vomissements et surtout une répulsion très-marquée pour tout aliment solide ou liquide.

Le chien ne meurt qu'au bout de quarante-deux heures, avec les symptômes signalés dans les auteurs comme afférents à la section des pneumogastriques.

Remarque. — Il ressort clairement de cette expérience, que l'influence des sels biliaires sur la circulation, persiste même

après la section des cordons nerveux qui rattachent le cœur au grand centre nerveux. Il faut surtout prendre en considération

Pouls normal. 124 pulsations.



Pouls après la section des pneumogastriques. 232 pulsations.

Pouls vingt minutes après l'injection. 160 pulsations.

Pouls cinq heures après. 198 pulsations.

la faiblesse des contractions cardiaques que le cardiographe n'enregistre pas pendant l'inspiration, non parce qu'elles n'existent pas, mais parce que la pointe du cœur n'ébranle plus suffisamment les parois thoraciques déplacées et soulevées par l'inspiration.

Cette expérience est loin de suffire pour trancher la question

de l'action des sels biliaires sur le système musculaire, car tout le monde sait que le cœur a des centres nerveux propres que nous ne pouvons pas atteindre par voie expérimentale. Nous avons dû choisir un autre mode d'expérimentation qui nous permît, en quelque sorte, d'agir isolément soit sur le système nerveux, soit sur le système musculaire. A cet effet nous avons songé à expérimenter sur des grenouilles dont le cœur est très-vivace.

6° Le 18 février 1876, nous extrayons au même moment trois cœurs de grenouilles et nous les plaçons chacun sur une plaque de verre bien propre. Nous versons sur le premier un peu d'eau distillée, sur le second quelques gouttes de chlorure de sodium, marquant au densimètre 10029, sur le troisième, une solution de sels biliaires de même densité ; nous comptons les contractions cardiaques de dix en dix minutes. Nous obtenons le tableau suivant :

	Eau.	Chlorure de sodium.	Sels biliaires.
Dix minutes après.....	28	30	10
Vingt —	32	31	8
Trente —	24	20	6
Quarante —	24	26	0
Soixante —	10	14	0

Les liquides d'imbibition s'écoulant trop vite des plaques plates et ne pouvant être renouvelés de crainte d'excitation traumatique, nous opérons dans les conditions suivantes :

Les cœurs sont placés dans des verres de montre ; nous comptons leurs pulsations avant de les baigner dans les liquides obtenus comme ci-dessus ; nous immergeons complétement les cœurs, et nous arrivons aux résultats suivants :

	Eau.	Chlorure de sodium.	Sels biliaires.
Avant d'immerger les cœurs....	36	36	36
Dix minutes après l'immersion..	24	28	28
— — ..	20	28	24
— — ..	20	24	15
— — ..	16	22	14
— — ..	16	24	6
— — ..	16	24	5
— — ..	8	18	0
— — ..	8	10	0

Nous recommençons une troisième fois l'expérience en n'immergeant pas complétement les cœurs. Nous obtenons les chiffres suivants :

	Chlorure de sodium.	lution biliaire.
Avant de les traiter par les substances indiquées..	26	24
Dix minutes après l'immersion.....	36	16
— —	36	22
— —	36	16
— —	32	16
— —	28	10
— —	32	4
— —	28	0
— —	20	0

Remarque. — L'influence de la solution biliaire est manifeste dans ces trois séries d'expérience. Nous devons ajouter que, outre le ralentissement des contractions, il sera facile à l'observateur de remarquer dans les cœurs en contact avec les sels biliaires une atonie du ventricule telle, qu'en ne regardant que lui, on marquerait une absence complète de systoles longtemps avant que nos tableaux ne l'indiquent ; l'oreillette seule continue à se contracter. Semblable observation n'a pu être faite sur les cœurs baignants dans l'eau distillée et le chlorure de sodium.

Cette série d'expériences n'est encore pas suffisante pour la démonstration de l'action des sels biliaires sur les muscles seuls, toujours parce que le cœur possède des centres nerveux propres. Notre remarque est d'autant plus juste que les mêmes phénomènes se produisent du côté du cœur, quand on se contente de mettre cet organe à nu et d'empoisonner l'animal avec des sels biliaires injectés dans le péritoine, comme l'indique l'expérience suivante :

7° 19 janvier 1876. — Nous fixons deux grenouilles à l'aide d'épingles sur des plaques de liége, nous enlevons la peau du thorax et nous constatons que l'on peut compter les contractions du cœur très-facilement. Elles sont chez l'une et l'autre grenouille de 44 à la minute. Prévoyant que la diminution de la force ou de l'étendue des contractions entraverait bien certainement la numération précise des systoles, nous enlevons le sternum pour avoir le cœur directement sous les yeux. Nous comptons de nouveau les pulsations et nous retrouvons notre chiffre de 44 à la minute. Nous injectons ensuite à l'une des grenouilles dans la cavité péritonéale un centimètre cube de notre solution biliaire habituelle ; à l'autre grenouille nous introduisons dans le péritoine un centimètre cube d'eau distillée. Nous comptons ensuite de cinq en cinq minutes les pulsations cardiaques.

	Eau distillée.	Solution biliaire.
Avant l'injection	44	44
Cinq minutes après l'injection	48	36
— —	50	32
— —	48	16
— —	48	2

A ce moment nous cessons d'apercevoir la contraction ventriculaire, l'oreillette seule continue à fonctionner de temps en temps. Nous injectons alors à la grenouille qui a reçu l'eau distillée, un centimètre cube de notre solution biliaire ordinaire et nous voyons le cœur tomber de cinq en cinq minutes aux chiffres suivants : 48, 44, 32, 28, 16, 12, 8, 8.

Pour compléter cette série d'expérimentations, nous installons trois grenouilles sur des planchettes de liége. Nous mettons à nu le cœur et nous comptons les pulsations cardiaques, puis nous injectons sous la peau de la cuisse, à l'une un centimètre cube de chlorure de sodium, à l'autre un centimètre cube d'une solution biliaire, marquant au densimètre 10029 ; à la troisième un centimètre cube de notre solution habituelle, marquant au densimètre 1027. Nous choisissons la cuisse comme lieu d'injection pour avoir une résorption plus lente.

	Chlorure de sodium. (10029)	Solution biliaire. (10029)	Solution biliaire. (1027)
Avant toute injection	40	38	42
Cinq minutes après l'injection	44	36	34
— —	40	24	32
— —	40	28	30
— —	36	24	32
— —	36	24	32
— —	44	20	32
— —	40	16	28
— —	36	16	12
— —	38	12	9
— —	38	9	6

Remarque. — Nous constatons chez la grenouille, à laquelle on injecte les sels concentrés, qu'au moment où la diminution du nombre des battements devient sensible, il s'établit aussi une irrégularité fonctionnelle, consistant en une réplétion très-incomplète du ventricule dans certaines contractions. Sur quatre pulsations il y en a à peine une où il y ait réplétion entière du ventricule.

Les deux séries d'expériences que nous venons de mentionner portent sur des cœurs laissés en place et sur des cœurs extraits

de la cavité thoracique. Malgré cette différence dans le mode d'innervation, les cœurs fonctionnent dans l'un ou l'autre cas de la même manière, il est donc à supposer que l'action des sels biliaires s'applique plus spécialement au tissu musculaire. Nous croyons que la question peut être vidée complétement de la manière suivante :

8° Le 18 février 1876. — Nous prenons deux muscles similaires de la même grenouille, nous les plaçons chacun sur une plaque de verre isolée, dont les extrémités sont garnies de papier d'étain. Nous procédons de cette façon afin d'éviter le contact direct des réophores avec les muscles. Sur l'un des muscles, nous versons quelques gouttes de notre solution biliaire étendue à 10029 ; sur l'autre, quelques gouttes de la solution de chlorure sodique à la même densité. Nous provoquons ensuite dans les deux muscles à l'aide d'un élément de la pile de Grenet des contractions ; nous constatons qu'au bout d'un quart d'heure le muscle humecté de la solution biliaire ne se contracte plus ; il reste complétement retracté sur lui-même ; le muscle traité par le chlorure sodique, conserve encore, une heure après, les contractations aussi énergiques qu'au début.

Cette expérience recommencée à plusieurs reprises donne toutes les fois des résultats identiques.

En opérant comme ci-dessus, mais en employant la pile de Gaiffe, nous constatons, dans trois séries d'expériences, ce qui suit :

a. Que les contractions musculaires cessent, dans le muscle trempé et imbibé de la solution biliaire à densité de 10029, au bout d'une minute et demie, tandis qu'elles continuent pendant dix minutes dans le muscle similaire mouillé avec la solution sodique de 10029 de densité.

b. Les contractions durent dans le muscle biliaire deux minutes, dix minutes dans l'autre.

c. Nous obtenons les dernières contractions dans le muscle mouillé avec la solution biliaire au bout de la troisième minute ; elles continuent très-bien dans l'autre pendant un quart d'heure.

Malgré l'intensité du courant employé dans cette dernière série d'expériences, nous voyons que les résultats sont les mêmes que ceux obtenus à l'aide de la pile de Grenet, abstraction faite toutefois des différences dues à l'intensité des courants.

9° 19 février 1876. — Nous curarisons deux grenouilles en leur injectant dans la cavité péritonéale un milligramme de curare en solution dans un centimètre cube d'eau distillée.

L'immobilité obtenue par la suppression du système moteur, nous prenons deux muscles similaires et nous les traitons comme ceux qui ont servi pour les expériences précédentes. Sous l'influence de la pile de Grenet les contractions sont identiques, au début de l'expérience, dans les deux muscles ; elles cessent au bout d'un quart d'heure dans le mus-

cle traité par la solution biliaire de 10029, tandis qu'elles continuent très-bien dans le muscle imbibé de chlorure de sodium. Avant de disparaître, les contractions s'affaiblissent graduellement dans le muscle biliaire.

Cette même expérience, répétée en présence des élèves du laboratoire, donne des résultats identiques : les contractions vont en diminuant de minute en minute dans le muscle biliaire et restent les mêmes dans le muscle sodique, si bien qu'au bout de vingt minutes tout s'arrête dans le premier et que tout continue dans le second.

IV. Remarques générales sur les expériences précédentes.

Nous pouvons déduire des résultats que nous venons d'obtenir, que les sels biliaires ont bien une action paralysante spéciale sur la contractilité musculaire. L'on comprend donc très-facilement qu'en cas de contamination du sang par la bile, on doive observer la diminution de température, car les muscles constituent une des principales sources de calorification. La diminution du nombre des pulsations du cœur, de la tension et des mouvements respiratoires s'expliquerait de la même manière. La contamination du sang entraînant de par sa constitution les troubles musculaires, nerveux, hémorrhagiques, qui caractérisent tout aussi bien l'ictère simple que l'ictère grave, car entre ces deux états pathologiques, il n'y a au point de vue pathogénique qu'une différence dans la quantité de sels biliaires résorbés dans le foie et circulant dans le sang ; ne pourrait-elle pas par elle-même être une cause de ralentissement de la circulation et même d'arrêt dans les réseaux capillaires? Pour confirmer cette manière de voir, nous avons des preuves anatomiques ; les infarctus de tout volume que nous constatons dans les autopsies des sujets morts d'ictère hémorrhagique.

Comme ces preuves ne sont pas concluantes pour tous les anatomo-pathologistes et les cliniciens, nous avons songé à démontrer par l'expérimentation directe l'influence qu'a sur la circulation l'introduction dans le sang de quantités relativement très-minimes de sels biliaires. Pour ce faire, nous avons employé l'instrument du docteur Haro, décrit dans la *Gazette hebdoma-*

daire de 1870, dans son article intitulé : *Essai sur la transpirabilité du sang*.

L'instrument du docteur Haro est un perfectionnement de celui de Poiseuille, il donne d'excellents résultats et se prête parfaitement aux recherches du genre de celles que nous faisons. Ayant la bonne fortune de voir actuellement M. Haro à Nancy, nous l'avons prié de faire ces recherches avec nous. Nous allons en rapporter brièvement les résultats :

1° Notre solution de sels biliaires de 1027 de densité, s'écoule dans l'instrument de M. Haro en 175 secondes, à la température moyenne de 16°.

L'eau distillée dans les mêmes conditions ne met, pour traverser le capillaire, que 98 secondes. L'ampoule qui sert de réservoir d'écoulement, mesure 5 centimètres cubes.

Cette donnée acquise nous avons procédé comme suit :

Nous prenons sur un chien bien portant du sang artériel, nous le défibrinons immédiatement et le filtrons, nous en remplissons ensuite le réservoir d'écoulement et nous laissons écouler le liquide à la température moyenne de 15°,8. Nous obtenons comme durée du passage de nos 5 centimètres cubes de sang, 512 secondes.

L'appareil redisposé comme avant l'expérience, nous y faisons passer dans les mêmes conditions que ci-dessus, le même sang mélangé de deux gouttes de notre solution biliaire. L'écoulement dure, malgré une augmentation de 1°,2 de température moyenne, 696 secondes.

Pour répondre à l'objection d'un obstacle créé au second écoulement par le maintien dans le tube de débris de sang de la première expérience, nous recommençons en ayant soin de laver et de dessécher l'appareil après chaque opération. Ces précautions prises, nous obtenons encore avec le sang biliaire une durée d'écoulement de 697 secondes, la température moyenne étant de 16°,4.

Pour être bien sûr de notre chiffre initial de 512, durée d'écoulement du sang normal, nous recommençons l'opération dans les mêmes conditions que ci-dessus avec du sang défi-

briné, mis en réserve à la première expérience, nous obtenons le chiffre d'écoulement de 498 secondes, la température moyenne étant 16°,1 au lieu de 15°,8. Différence de température suffisante pour expliquer la vitesse de l'écoulement plus grande de quelques secondes dans la seconde expérience.

Tous ces faits expérimentaux démontrent que, outre l'action que le sang biliaire exerce sur les fonctions de circulation, de respiration, de calorification par l'entremise du système musculaire, il y en a une autre, spéciale à la constitution même du sang, qui joue un grand rôle dans les troubles fonctionnels qui relèvent de l'ictère.

L'altération du sang dont il s'agit, est globulaire; le microscope le démontre, ainsi que l'expérimentation. En effet, du sang artériel de chien, frais, dont on prend le sérum pour y ajouter deux gouttes de solution biliaire à 1027 de densité, s'écoule dans l'appareil de M. Haro aussi vite que le sérum auquel on ne fait pas d'addition de sels biliaires. Cette petite expérience répétée deux fois, à la température de 14°,2, a donné deux fois le même résultat.

Pour éviter tout doute sur l'action des sels biliaires, nous avons encore expérimenté avec un liquide de toute autre constitution mais de même densité. Au lieu d'ajouter au sang défibriné deux gouttes de la solution biliaire à 1027 de densité, nous y avons mêlé une solution de même densité de chlorure de sodium. L'écoulement des 5 cent. cubes de sang employé, s'est opéré à la température de 14°,4 en 434 secondes, tandis que le sang artériel normal, à la température moyenne de 14°,2, n'a mis que 418 secondes à parcourir le tube capillaire, différence insignifiante si on la compare aux chiffres obtenus dans les expériences faites avec la solution biliaire.

CONCLUSIONS.

Nous pouvons établir, comme résultats des faits expérimentaux contenus dans ce travail, que les modifications de circulation, de respiration, de calorification et de tension artérielle qui sur-

viennent dans l'ictère, dépendent uniquement de l'altération qu'apportent à la constitution du sang les sels biliaires retenus en plus ou moins grande quantité dans le liquide nourricier. Les matières colorantes et la cholestérine ne jouent aucun rôle dans les troubles fonctionnels dont il s'agit.

Quant à l'action spéciale des sels biliaires, nous avons démontré qu'elle porte par l'entremise du sang sur le tissu musculaire en général et sur le cœur en particulier.

La constitution du sang joue par elle-même un rôle mécanique, car nous démontrons que l'écoulement à travers les tubes capillaires est singulièrement ralenti si l'on mélange au sang normal des quantités très-minimes de sels biliaires.

L'action toxique s'exerce évidemment sur le globule sanguin, nous l'avons démontré depuis longtemps par le microscope; nous pouvons aujourd'hui l'assurer de par l'expérimentation, car le sérum du sang chargé de sels biliaires ne s'écoule pas plus lentement à travers les tubes capillaires que le sérum normal.

MÉMOIRE

SUR

L'ORGANISATION ET LA DISTRIBUTION ZOOLOGIQUE DES ACARIENS

DE LA

FAMILLE DES GAMASIDÉS

Par P. MÉGNIN

Lauréat de l'Institut de France (Académie des sciences)
Membre de la Société entomologique de France, de la Société de médecine pratique de Paris et de la Société centrale de médecine vétérinaire.

Le nom de *Gamasus* a été donné pour la première fois par Latreille (1) à un groupe d'acariens parasites distrait du genre *Acarus* de Linnée et dont il fit un genre particulier.

Du genre Gamase de Latreille, Dugès (2) fit la famille des *Gamasés*, ayant pour caractère essentiel d'avoir les palpes libres, filiformes, et il la subdivisa en cinq genres : *Dermanyssus*, *Gamasus*, *Uropoda*, *Pteroptus* et *Argas*.

Le mémoire de Dugès, quoique déjà ancien, est cependant le dernier travail original et de quelque valeur fait sur ce sujet, aussi en trouve-t-on la substance dans tous les ouvrages publiés depuis sur l'histoire naturelle de ces acariens (3). Cependant il

(1) Latreille, *Histoire générale et particulière des crustacés et des insectes*. Paris, an XII.

(2) *Annales des sciences naturelles*, 2e série, zool., t. II. Paris, 1834.

(3) Koch (*Uebersicht des Arachniden systems*. Nürnberg, 1842), bien que postérieur à Dugès, est loin d'avoir eu le sentiment des affinités zoologiques comme ce dernier ; les modifications qu'il apporte dans la distribution des genres de la famille des Gamasidés ne sont pas heureuses : il retranche les genres *Uropoda* et *Pteroptus* qu'il met dans la famille des Sarcoptidés, et il y ajoute les genres *Lælaps*, *Zercon*, *Sejus*, *Notaspis*, *Emeus*, qui sont pour la plupart des Oribatides. Et puis, il multiplie les espèces comme à plaisir, la moindre différence de coloration ou d'habitat devenant un prétexte à une nouvelle espèce ; aussi le genre Gamasus, dans sa nomenclature, en comprend-il à lui seul soixante-quatre ! Les travaux de Koch, malgré leur volumineuse étendue ne sont pas un progrès, tant s'en faut, sur ceux de Dugès.

Un auteur beaucoup plus récent, Kolenati (in *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Vienne*. 1858, t. XXXIII, et 1859, t. XXXV), dans un travail de nomenclature sur les arachnides parasites des petits mammifères rongeurs et des chauves-souris, fait

laisse beaucoup à désirer, tant sous le rapport de l'anatomie et de la physiologie, qui sont à peine effleurées, que sous celui des caractères taxinomiques des animaux microscopiques dont il traite. A part son espèce, *Dermanyssus avium*, qu'il a assez bien étudiée au point de vue des caractères extérieurs qui distinguent les sexes, tout en ignorant la situation des organes sexuels, et de ceux qui caractérisent le jeune âge, on ne trouve plus aucune indication de ce genre dans l'étude des autres espèces; et cependant nous avons démontré, dans notre travail sur les *Hypopes* (1), qu'il n'est plus possible maintenant de déterminer exactement une espèce acarienne, si l'on ne connaît tous ses représentants aux divers âges et dans les deux sexes, car ces représentants diffèrent souvent les uns des autres au point que rien, dans leur aspect, ne fait soupçonner leur étroite parenté. C'est pour avoir ignoré ce fait que Koch, Dugès, Latreille, Hermann, Degeer, et même Linné, ont pris pour types d'espèces et même de genres, soit des mâles, soit des femelles, soit même de simples nymphes: ainsi, la plus ancienne espèce de cette famille, celle qui lui a servi de fondement, le *Gamasus coleoptratorum* de Latreille et de Dugès, l'ancien *Acarus coleoptratorum* de Linné, n'est qu'une nymphe, c'est-à-dire un individu non sexué et imparfait, et la division en deux parties de son plastron dorsal, que l'on a pris pour un caractère spécial du genre Gamase, disparaît à l'âge adulte. Le *Gamasus crassipes* et le *Gamasus testudinarius* sont, le premier le mâle, le second la femelle de l'espèce dont le *Gamasus coleoptratorum* est la nymphe. Le *Gamase tétragonoïde* est le mâle du *G. cellaris* qui est une femelle. Le *Gamase bordé* doit son nom à un caractère qui appartient à presque toutes les femelles du genre *Gamasus*. Enfin, l'*Uropoda vegetans* de Geer, n'est qu'une nymphe munie d'un appareil d'adhérence qui lui permet de s'attacher solidement aux insectes, lequel appareil disparaît à l'âge adulte.

encore une douzaine d'espèces réparties dans deux genres, de larves hexapodes de Gamasidés qui vivent temporairement ou d'une manière permanente sur ces petits animaux et qui sont les mêmes qui avaient déjà donné lieu au genre *Caris* de Latreille, supprimé par Dugès

(1) *Journal de l'anatomie* de M. Ch. Robin, t. X. 1874, p. 225 et suiv.

Ces exemples suffisent pour montrer la nécessité d'une révision complète de la famille des Gamasidés, basée sur l'organisation. C'est l'objet du présent travail qui comprend :

1° L'anatomie et la physiologie des acariens de cette famille ;

2° Leur classification basée exclusivement sur les affinités organiques ;

3° La preuve que les Gamasidés forment une transition très-naturelle entre les insectes hexapodes et les arachnides, attendu qu'ils montrent réunis des détails anatomiques appartenant à chacune des deux classes ;

4° Enfin, l'établissement du fait que le parasitisme des Gamases et des Uropodes est l'apanage exclusif des nymphes ou des jeunes femelle fécondées, et que ce parasitisme, dans lequel l'acarien n'emprunte à son hôte que le véhicule, comme font les Hypopes des Tyroglyphes, est un moyen de dissémination et de conservation de l'espèce. Les Gamases et les Uropodes sont donc des faux parasites, et il n'y a qu'une exception à cette règle que nous venons de poser, c'est celle qu'offre une espèce de Gamase qui vit en sociétés permanentes sur les taupes, les mulots et les chauves-souris, et que nous avons nommée *Gamasus pteroptoides* parce qu'elle se rapproche, pour les mœurs et la physionomie, des Ptéroptes sans cependant avoir les caractères anatomiques de ce dernier genre.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Avant d'aborder l'étude spéciale de la famille des Gamasidés, il serait nécessaire de montrer la place qu'elle occupe dans la classification générale des acariens (1).

Mais y a-t-il une classification générale, méthodique des êtres

(1) Nous adoptons la définition des acariens donnée par Dugès (*loco citato*) : *E. quarta animalium provincia* (sous-règne), *scilicet Astacariorum* (articulés) *cujus ad quartam classem sive Aranistorum* (arachnides) *pertinent ; priorem sub classem, sive Acarulistarum constituunt cui unicus in est ordo Acarensium* (acariens).

Ordo (*Acarenses*)

Thoracogaster integer et cum denta et tritodero coalitus sæpius etiam cum protodero et capite. Labium maxilligerum, mandibulas includens.

de cet ordre, assise sur des bases assez fixes, assez certaines, pour n'être pas sujettes à de sérieuses contestations? Nous ne le croyons pas.

La classification la plus généralement admise aujourd'hui est encore celle de Dugès, à peine modifiée par M. le professeur P. Gervais (1), basée principalement sur la forme des palpes et celle du dernier article des pieds; elle a produit, malgré l'insuffisance de sa base, des groupes assez naturels et il y aurait peu de changements à faire pour qu'elle fût parfaite.

Mais ce sont les rapports des familles entre-elles qui ont été jusqu'à présent bien négligés; ainsi, M. P. Gervais classe ces neuf familles dans l'ordre suivant:

1. *Scirridés* ou *Bdellés;*
2. *Trombidiés;*
3. *Hydrachnidés;*
4. *Gamasidés;*
5. *Ixodidés;*
6. *Oribatidés;*
7. *Sarcoptidés;*
8. *Demodicidés;*
9. *Arctisconidés.*

Il est évident que les trois premières familles ont de grands rapports entre elles et forment un premier groupe très-naturel; les Oribatidés et les Sarcoptidés en forment un deuxième; les Gamasidés et les Ixodidés un autre; mais quels rapports la première division a-t-elle avec la seconde, et celle-ci avec la troisième? C'est ce qu'on ne s'est pas attaché à rechercher.

Nicolet (2) avait déjà divisé les familles de Dugès en deux groupes: un premier comprenant les acariens qui vivent sur la terre, et un deuxième comprenant ceux qui vivent dans l'eau; cette séparation est assez rationnelle, bien qu'elle isole les Hydrachnidés des Trombidiés dont on ne peut nier l'analogie d'organisation, mais la classification de Nicolet n'établit aucun rapport

(1) P. Gervais et van Beneden, *Zoologie médicale*, 2 vol. in-8. Paris, 1869, 2e vol., p. 455.

(2) Nicolet, *Mémoire sur les Oribatides*, in *Archives du Muséum*, t. VII, p. 281.

entre les autres familles qu'il énumère sans donner les raisons du rang qu'il assigne à chacune.

Dans les préliminaires d'un travail qui vient de paraître sur les *Tétranyques* (1), M. Donnadieu propose une classification naturelle des acariens, basée sur leur genre de vie, sur la conformation des pattes et de leur extrémité et sur la consistance des téguments; la voici :

- ACARIENS....
  - aériens
    - homopodes
      - à téguments endurcis
        - en entier. — *Oribatidés.*
        - en partie. — *Ixodidés.*, *Gamasidés.*
      - à téguments mous..... — *Trombidionidés.*, *Sciridés.*, *Tétranycidés.*, *Tyroglyphidés.*
    - hétéropodes
      - ongulifères ..... — *Trichodactylidés.*
      - cupulifères ..... — *Sarcoptidés.*
  - aquatiques ..... — *Hydrachnidés.*, *Atacidés.*

Cette tentative pour fixer les rapports des familles acariennes entre elles est certainement très-louable; cependant nous avons bien des observations à faire sur les bases de cette classification : ainsi on rencontre des acariens hétéropodes chez les Gamasidés aussi bien que chez les Sarcoptidés et, réciproquement, des homopodes chez les Sarcoptidés aussi bien que chez les autres; les Uropodes, qui sont des Gamasidés, ont les téguments coriaces en entier comme les Oribatidés; et puis nous trouvons peu heureuse la création de la famille des *Tétranycidés*, composée d'acariens qui ont tant de rapports avec les trombidions, et surtout celle des Tyroglyphidés dont le type est bien plus voisin des Sarcoptes que des Cheylètes que l'auteur leur adjoint; nous ferons encore remarquer que la famille des Trichodactylidés est fondée sur un acarien qui n'est qu'une variété d'hypope, c'est-à-dire un acarien imparfait, une nymphe adventive.

Il nous semble cependant qu'on pourrait classer les familles acariennes sur des bases plus rationnelles, moins sujettes à discussion que celles des auteurs précédents, telles, par exemple, que les modifications que présente le squelette. C'est la base qui a été adoptée comme la plus sûre pour la classification des ver-

(1) Donnadieu, *Recherches sur les Tétranyques*. Lyon et Paris, 1875. In 4°.

tébrés, et même pour les insectes, et nous la regardons comme parfaitement applicable aussi aux acariens. C'est ce que nous allons essayer.

ACARIENS.	terrestres.	Squelette ayant pour base un sternum rigide.	Pattes à 6 articles.	Stigmates à long péritrème tubulaire..... *Gamasidés.*
				Stigmates à péritrème en écumoire..... *Ixodidés.*
			Pattes à 5 articles..... *Oribatidés*	
		Squelette ayant pour base des épimères.	Pattes à 5 articles.	Mandibules chéliformes. *Sarcoptidés.*
				Mandibules styliformes.. *Myobiés.*
			Pattes à 6 articles.	Palpes antenniformes... *Sciridés.*
				Palpes ravisseurs..... *Trombidiés.*
	aquatiques. ou sébicoles	Pattes à 6 articles.	Mandibules soudées à la trompe.... *Limnocharidés.*	
			Mandibules en stylets..... *Hydrachnidés.*	
			Mandibules à crochets..... *Atacides.*	
		Pattes à 3 articles.	Sans prolongement caudal..... *Arctisconidés.*	
			A prolongement caudal vermiforme.. *Démodicidés.*	

La plupart de ces familles sont subdivisibles en tribus, surtout celles des Sarcoptidés, des Trombidiés et des Hydrachnidés. Ainsi, celle des SARCOPTIDÉS est divisible en quatre tribus très-distinctes, aussi bien sous le rapport anatomique que sous celui des mœurs ; ces quatre tribus sont : 1° celles des Détriticoles qui comprend les genres *Tyroglyphus*, *Carpoglyphus* et *Glyciphagus;* 2° celle des Psoriques, qui comprend les genres *Sarcoptes*, *Psoroptes* et *Chorioptes;* 3° celle des Avicoles qui comprend les genres *Dermaleichus*, *Pterodectus*, *Pterolichus*, *Pteronyssus* et *Proctophyllodes* (Ch. Robin), et enfin 4° celle des Glycicoles qui comprend les genres *Myocoptes* et *Listrophorus*. La famille des TROMBIDIÉS comprend les tribus des Trombidionides, des Cheylétides, des Tétranycides, etc., etc.

Nous trouvons à cette classification l'avantage de laisser les unes à côté des autres les familles qui ont le plus d'affinités, le plus de similitude d'organisation ; elle est par conséquent éminemment naturelle. Si la famille des Gamasidés se trouve en tête de la liste, c'est que cette place lui appartient à tous égards ; comme nous le verrons plus loin, l'organisation des acariens qui la composent les place à la limite des arachnides et à celle des insectes hexapodes, et, à ce titre, ils ont droit au premier rang parmi les acariens.

Tout travail d'ensemble sur cet ordre doit donc commencer,

suivant nous, par la famille des Gamasidés. C'est en partie pour cette raison que nous avons tenu à compléter d'abord nos études sur les acariens de cette famille, tout en récoltant de nombreux matériaux sur ceux des autres; et nous avons ainsi acquis la certitude que toutes, à l'exception seulement de celle des Oribatidés très-bien étudiée par Nicolet, ont autant besoin d'être revisées que celle des Gamasidés. C'est ce que nous nous proposons de faire à la suite du présent travail.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA FAMILLE DES GAMASIDÉS.

Voici, d'après les études approfondies que nous avons faites des acariens de la famille des Gamasidés, les caractères que nous attribuons à cette famille.

Acariens aveugles, à téguments coriaces en tout ou en partie; à *rostre*, plus complet que celui de tous les autres arachnides, accompagné d'un *menton* mobile, et composé : 1° de deux *maxilles* à pointes libres, soudées dans leur moitié postérieure, et unies supérieurement, de manière à former un tube complet, à un *labre* festonné diversement suivant les espèces, maxilles portant une paire de *galea* articulés, mobiles, à côté d'une paire de *palpes maxillaires* antenniformes à cinq articles simples; 2° d'une *languette* triangulaire allongée, à pointe et à bords velus, reposant sur le plancher formé par les maxilles soudées; d'une paire de *mandibules* en pince didactiles, dissemblables dans les deux sexes, invaginées, très-exsertiles et portées sur un long stipe articulé dans la moitié de sa longueur, ou transformées en longs stylets filiformes. *Pattes* à *six* articles, à *tarse* subarticulé près de sa base et terminé par une paire de *crochets* accompagnés d'une *caroncule membraneuse* lobée. *Système respiratoire trachéen*, très-visible, aboutissant à une paire de *stigmates*, situés entre et derrière les pattes postérieures, et protégés par un *péritrème* tubulaire très-long, couché le long des hanches et dirigé en avant. *Appareil digestif* simple où le tube intestinal est confondu avec l'organe hépatique. Organe sexuel mâle émergeant d'une ouverture circulaire taillée dans le plastron sternal près du

bord antérieur. Organe femelle, aussi sternal, mais plus en arrière que l'organe mâle, sous forme d'une grande ouverture triangulaire formée par un clapet, simple ou double, à charnière.

Acariens pour la plupart ovovivipares, donnant naissance à des larves hexapodes ou même octopodes.

La famille acarienne la plus voisine de celle des Gamasidés est certainement celle des Ixodidés, qui ne s'en distingue essentiellement que par le rostre à mâchoires sans *galea*, complétement soudées et formant avec la languette un dard solide denté sur ses bords et en dessous, et par les stigmates recouverts d'un large péritrème circulaire et plat, percé de trous comme une écumoire. Les *Argas*, bien que présentant des palpes cylindriques à cinq articles comme les Gamases, ayant le rostre et les stigmates conformés comme ceux des Ixodes doivent faire partie de cette dernière famille, sauf à constituer une tribu spéciale qui établit le passage des Gamases aux Ixodes.

La famille des Oribatidés offre bien comme celle des Gamasidés une plaque sternale entière, mais les sillons qu'offre cette plaque dans beaucoup de genres, et qui rappellent les épimères des familles suivantes, les pattes à cinq articles, et surtout la constitution du rostre, et la séparation nette du céphalothorax et de l'abdomen, distinguent suffisamment les Oribatidés des Gamasidés, et même les rapprochent singulièrement des Sarcoptidés dont ils ne diffèrent guère que par la consistance coriace de leurs téguments.

Avant d'aborder l'étude détaillée de la structure anatomique et des fonctions physiologiques des acariens de la famille des Gamasidés, nous tenons à donner le tableau des divisions de cette famille, tableau qui sera en même temps un résumé des caractères des genres. (Voy. p. 296.)

Comme on voit, nous admettons, comme subdivision de la famille des Gamasidés, les mêmes genres que Dugès, seulement nous en rectifions les caractères et nous retranchons le genre Argas pour les raisons que nous avons données plus haut.

Bien que n'ayant pas décrit la famille des Gamasidés, Nicolet

GAMASIDÉS.	Pattes à hanches contiguës, formant un seul groupe céphalothoracique; la première paire palpiforme, à hanches libres ou réunies au menton et constituant alors une véritable lèvre, et la première p. de pattes de vrais palpes labiaux. Péritrème tubulaire s'ouvrant à la base du rostre. Embryon hexapode.	Téguments du tronc coriaces, formant deux plastrons, un supérieur, un inférieur, qui couvrent ou dépassent même le tronc. Faux parasitisme présenté surtout par les nymphes et ayant les insectes ou les petits mammifères pour objet.	Plastrons soudés par leurs bords dans les deux sexes, dépassant le corps latéralement et présentant inférieurement des loges où se dissimulent les pattes quand elles se rétractent. Rostre rétractile pouvant se cacher complétement entre l'épistome et les hanches contiguës de la première paire qui, unies au menton, jouent le rôle de lèvre inférieure. Stigmates se montrant entre la 2e et la 3e paire de pattes mais restant sous-tégumentaires ainsi que leur péritrème. — Genre *Uropoda*. (Trois espèces bien déterminées jusqu'à présent.)
			Plastrons ne dépassant plus le corps, soudés par leurs bords chez les mâles, et unis par une membrane extensible chez la plupart des femelles. Pattes et rostre non rétractiles. Stigmates s'ouvrant entre la 3e et la 4e paire de pattes, leur péritrème tubuleux rampant superficiellement à la limite des deux plastrons. — Genre *Gamasus*. (Treize espèces réparties entre quatre tribus.)
		Téguments du tronc en grande partie membraneux, présentant aussi deux petits plastrons lyriformes, un supérieur et un inférieur. Parasitisme intermittent, s'exerçant à tous les âges et ayant les oiseaux pour objet.	Genre *Dermanyssus*. (3 espèces.)
	Pattes réparties en deux groupes, très-volumineuses et toutes semblables; péritrème tubulaire s'ouvrant entre les deux groupes de pattes. Embryon octopode. Parasitisme complet et permanent, s'exerçant aux dépens des chauves-souris.		Genre *Pteroptus*. (Une esp.) (1).

parle, dans sa monographie des Oribatidés (2), d'un acarien de la famille des Gamasidés et du genre *Stégocéphale*, qui vit en parasite sur certains oribates « les attaquant aux articulations et à l'insertion des pattes au moyen d'un suçoir allongé ». Nous avons tout lieu de croire, — et le nom qu'il donne à ce prétendu gamasidé nous confirme dans cette opinion, — que ce parasite des oribates n'est autre que l'hypope de notre *Tyroglyphus rostro-*

(1) *Loc. cit.*

(2) Si nous ne citons qu'une espèce de Ptéropte, c'est que nous n'en connaissons encore qu'une de bien déterminée dans les deux sexes et dans ses différentes phases, sexes et phases qui avaient donné lieu à plusieurs espèces différentes. Nous ne nions pas néanmoins que d'autres espèces ne puissent trouver place dans ce genre, entre autres une dont la femelle, que nous trouvons dans les figures de Kolenati, aurait l'abdomen spatulé.

serratus, qu'on rencontre fréquemment dans les mousses et le terreau humide, ou attaché aux téguments de divers Oribatides, de Gamases, d'Uropodes aussi bien que de Scolopendres. Dujardin avait déjà pris cet hypope pour un Gamase à son premier âge; sa forme et ses téguments coriaces donnent la raison de cette tendance de l'esprit à le rapprocher des acariens dont nous nous occupons ici.

Genre GAMASUS (Latr.), ou tribu des GAMASIENS (Mégnin).	Rostre infère recouvert par l'épistome que l'extrémité des palpes dépasse seule. Nymphes à plastron dorsal entier.	Corps globulaire ou piriforme à plastrons intimement soudés aussi bien chez la femelle que chez le mâle.	1re section ou sous-genre. *G. lagenarius* (Dugès). *G. rotundatus* (Dugès).
		Corps aplati, à plastrons unis par une membrane extensible, diaphane chez la femelle.	2e section ou sous-genre. *G. musci* (Mégnin). *G. gigas* (Dugès).
	Rostre en grande partie découvert et dépassant presque en entier l'épistome. Nymphe à plastron dorsal entier ou divisé.	Deuxième paire de pattes très-volumineuse et tuberculeuse aux articles médians chez le mâle, un peu plus grosse mais semblable aux autres chez la femelle; première paire grêle et très-longue, souvent privée de crochets et de caroncules chez la femelle; quatrième paire plus longue que les deux moyennes, presque aussi longue que la première. Nymphes ayant le plastron dorsal divisé en deux segments.	3e section ou sous-genre. *G. fungorum* (Mégnin). *G. cellaris* (Mégnin ex Latr). *G. horticola* (Mégnin ex Koch). *G. spelæus* (Mégnin). *G. copromolgus* (Mégn.).
		Deuxième paire de pattes semblable dans les deux sexes; première paire de même volume que la suivante, mais à peine plus longue, ainsi que la quatrième. Nymphes à plastron dorsal entier.	4e section ou sous-genre. *G. fenilis* (Mégnin). *G. nanus* (Mégnin). *G. viridis.* (Mégnin). *G. Pteroptoides* (Mégn.).

Nous donnerons plus loin, en traitant des détails de l'organisation, les raisons qui font que les acariens du genre Gamase forment naturellement quatre groupes séparés par des différences de conformation qui caractérisent nettement quatre sous-genres, lesquels offrent autant de différences entre eux qu'avec les uropodes et les dermanysses; ils devraient, par conséquent, donner lieu à quatre nouveaux genres, et si nous ne les créons

pas dès maintenant, c'est que nous pensons qu'en histoire naturelle il ne faut pas se presser de surcharger les nomenclatures, et qu'on ne doit augmenter le nombre des subdivisions que quand il y a nécessité absolue. En attendant donc que le moment soit venu de les baptiser génériquement, nous donnons dans le tableau de la page 297 le résumé des caractères des quatre sous-genres de l'ancien genre *Gamasus* de Dugès.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE.

1. Généralités.

Pour nous, le type de la famille des Gamasidés est le genre *Uropoda* et non le genre *Gamasus*, parce que ce sont les uropodes qui présentent l'organisation la plus parfaite, se rapprochant le plus de celle des insectes, et même des insectes les plus élevés. C'est au point qu'on pourrait parfaitement soutenir que ce sont de véritables hexapodes, attendu que la première paire de pattes fait partie intégrante des organes de la bouche, et constitue de vrais palpes labiaux par la réunion des hanches de cette paire avec le menton, ce qui constitue une véritable lèvre inférieure, et par leur insertion en dedans des bords du camérostome (pl. VII, fig. 1, 2, 3, 4 et 5).

Cette organisation des uropodes, qui rappelle tant celle de certains insectes suceurs, s'atténue progressivement lorsqu'on passe aux genres *Gamasus*, *Dermanyssus* et *Pteroptus* pour prendre celle qui caractérise principalement les arachnides, c'est-à-dire pour devenir franchement octopode (voy. pl. VIII, fig. 1, 2, 3 et 4) ; ainsi, la première paire de pattes, qui remplit encore les fonctions de palpes et qui diffère des autres par la forme de son tarse chez les gamases et les dermanysses, où ses hanches se sont séparées totalement du menton, devient semblable aux autres par sa forme et ses attaches, chez les ptéroptes, et n'est plus qu'un organe exclusivement de progression.

Ce n'est pas seulement par la forme et les fonctions de la première paire de pattes que les Gamasidés s'éloignent de tous les autres arachnides, c'est encore par le nombre et la forme des

pièces du rostre, dont la composition rappelle beaucoup celui des hyménoptères : comme chez ceux-ci les mâchoires concourent à former un tube engaînant la languette ; ce tube est complété supérieurement par un *labre* avancé qui n'existe pas chez les arachnides (pl. VIII, fig. 2 *c*) ; ce tube complet forme, avec les organes qu'il contient, une véritable trompe, moins longue que chez les hyménoptères, mais mobile comme chez eux et dans laquelle on retrouve presque les mêmes éléments ; la principale différence consiste dans la position et dans la forme des mandibules qui, au lieu d'être courtes, robustes et fixées en avant de la trompe, comme chez les insectes en question, sont en forme de baguettes terminées en pince ou en stylets, glissant dans l'intérieur du tube rostral et s'y mouvant indépendamment l'une de l'autre ; elles rappellent la forme des mandibules chez les hémiptères, chez quelques diptères, et surtout chez les puces. Ajoutons encore qu'on trouve, comme parties accessoires du rostre, outre la paire de grands palpes maxillaires, communs à tous les insectes et à tous les arachnides, une deuxième paire de petits palpes maxillaires, cultriformes, de deux articles dont le terminal seul est libre et mobile, rappelant ceux des cycindélètes et des carabiques, ou mieux encore la *galea* des orthoptères, palpes secondaires qu'on ne rencontre chez aucun arachnide (pl. VII, fig. 5 *g*).

Les Gamasidés ont encore un *menton* indépendant, mobile et sétifère que ne présente aucune famille acarienne et qui ne ressemble en rien à la lèvre sternale des grands arachnides (pl. VII, fig. 5 *mt*, et pl. VIII, fig. 1, 2, 3 et 4).

Ces généralités sur l'anatomie des Gamasidés montrent combien nous avions raison de considérer cette famille comme la première de l'ordre des acariens et comme rattachant la classe des arachnides à celle des insectes.

Nous allons maintenant étudier chaque système anatomique en particulier, en l'examinant d'abord dans le premier genre et faisant ensuite ressortir les différences que présentent les genres suivants.

2. Squelette, téguments, muscles et fonctions de translation.

Le squelette est constitué par toutes les parties résistantes et dures, de substance chitineuse, qui donnent attache à des muscles. Nous avons à le considérer dans le tronc et dans les membres.

Tronc. Le squelette du tronc, chez les Uropodes, se confond avec les téguments; il est composé de deux grands plastrons scutiformes; un supérieur et un inférieur, dépassant, tous les deux, surtout le supérieur, les limites du corps latéralement et postérieurement où ils se soudent par l'intermédiaire d'une bande étroite de nature chitineuse (1), en formant un angle dièdre, très-aigu. Le plastron supérieur est régulièrement bombé et dépasse l'inférieur dans tout son pourtour, mais surtout antérieurement où il forme une partie plus ou moins avancée, véritable *épistome* sous lequel le rostre est entièrement caché ; cette partie avancée n'est plus unie au plastron inférieur, elle forme avec lui les limites d'une large ouverture arrondie qui n'est autre que le *camérostome*, puisque c'est dans cette ouverture que sont contenues toutes les pièces du rostre (pl. VII, fig. 2 *cs*). La face externe du plastron supérieur ou dorsal est unie et luisante, semée de poils rares et courts et présente antérieurement, près des bords, à la hauteur des hanches de la première paire de pattes, deux petites ouvertures ovales et symétriques qui ne sont autres que l'extrémité des tubes péritrémiques (pl. VII, fig. *h ta*). La face interne du plastron donne attache antérieurement aux deux muscles protracteurs des mandibules et à ceux du rostre, et, tout à fait postérieurement, aux muscles rétracteurs des mandibules.

Le plastron inférieur, véritable base du squelette, puisque c'est à lui que s'attachent les pattes et les muscles qui les font mouvoir, est de même forme que le plastron supérieur, mais moins

(1) On rencontre fréquemment dans la poussière des mousses, ou dans le terreau, des carcasses de nymphes ou d'individus adultes d'Uropodes qui montrent les deux plastrons désunis et cette bande circulaire séparée de chacun d'eux et formant un anneau complet. Nous en possédons des spécimens.

grand et plus plat, de plus il présente des échancrures et des ouvertures qui diminuent encore son étendue ; en avant ce plastron est largement échancré de manière à former, avec le plastron supérieur et la bande d'union, la cavité buccale ou *caméro-stome* qui est cordiforme ou ovale suivant les espèces (pl. VII, fig. 2 *cs*). Latéralement, à égal distance de la ligne médiane et des bords, le plastron inférieur est percé dans sa moitié antérieure, — dans les trois quarts antérieurs chez les nymphes, — et de chaque côté de trois ouvertures arrondies qui reçoivent les hanches des trois dernières paires de pattes, les seules vraies pattes chez les Uropodes ; entre le bord et ces ouvertures, et en regard de chacune d'elles, existent des dépressions où les pattes repliées se logent exactement (pl. VII, fig. 1). Sur la ligne médiane et entre les pattes le plastron inférieur présente encore, chez les adultes, des ouvertures qui ne sont autres que les orifices extérieurs des organes sexuels : chez la femelle l'ouverture est triangulo-ovalaire, fermée par un clapet, et occupe presque tout l'espace laissé libre entre les trois pattes postérieures (pl. VII, fig. 3 *v*) ; chez le mâle cette ouverture est petite, ovale longitudinalement et à la hauteur des hanches de la deuxième ou de la troisième paire de pattes suivant les espèces (pl. VII, fig. 2 *p*). Enfin, tout à fait en arrière, vers l'angle que forme l'extrémité postérieure se trouve une autre petite ouverture fermée par deux petits volets, qui n'est autre que l'anus (pl. VII, fig. 1, 2 et 3 *a*) ; chez les nymphes et les larves, qui ne se distinguent des adultes que par la taille et la mollesse des téguments, très-peu colorés, surtout chez les larves, les ouvertures génitales n'existent pas ; c'est même le seul signe qui distingue les nymphes des adultes ; mais, par contre, l'ouverture anale est beaucoup plus grande, en forme de demi-lune et allongée transversalement ; elle loge non-seulement l'anus, mais encore une large ventouse impaire qui l'entoure et dont nous reparlerons plus loin. Les nymphes des Uropodes présentent encore dans la moitié postérieure du plastron abdominal une division transversale linéaire occupée par une étroite membrane et qui permet une certaine mobilité entre les deux parties (pl. VII, fig. 1), qui sont en quelque sorte deux anneaux.

Nous venons de décrire la forme et les détails que présentent les deux plastrons chez les Uropodes où ils constituent l'enveloppe entière du tronc; nos allons signaler maintenant les différences qu'ils présentent dans la série des Gamasidés.

Dans le premier sous-genre des Gamases, les deux plastrons, fortement bombés, surtout le supérieur, se soudent encore intimement par leurs bords, dans les deux sexes, mais ils ne dépassent plus les limites du corps latéralement, et n'offent plus de dépression pour loger les pattes rétractées ; ici, comme dans tous les autres Gamases, ces plastrons sont rétrécis antérieurement, et larges et arrondis postérieurement ; le plastron inférieur est percé des mêmes ouvertures que celui des Uropodes, seulement l'ouverture génitale femelle est franchement triangulaire et fermée par deux clapets qui s'affrontent sur la ligne médiane, comme dans la figure 1 de la planche VII. L'ouverture génitale mâle est plus près du bord antérieur sternal et a son grand diamètre dans le sens transversal, comme dans la figure 2 de la planche VII Les ouvertures stigmatiques se voient entre et en arrière des anches des deux dernières paires de pattes, et leur tube péritrémique, presque droit et couché en dessus des anches, s'avance jusqu'à la base du rostre, comme dans les figures 1, 2 et 3 de la planche VIII.

Dans le deuxième sous-genre des Gamases, les deux plastrons, surtout le supérieur, sont beaucoup moins bombés que dans le sous-genre précédent ; ils sont soudés par leurs bords chez le mâle seulement, et sont unis chez la femelle par une membrane extensible, diaphane, finement striée, qui a son plus grand développement dans le moment de la gestation. Cette membrane constitue une bordure blanche qui a été prise à tort jusqu'à présent comme un caractère d'espèce (voy. pl. VIII, fig. 1). Pour les autres caractères, mêmes observations que dans le premier sous-genre.

Dans le troisième et le quatrième sous-genre des gamases, à part la forme plus allongée, les plastrons présentent les mêmes particularités que dans le sous-genre précédent ; chez les femelles le plastron inférieur se rétrécit beaucoup en arrière, et finit, surtout chez les femelles du quatrième sous-genre, par n'être

plus qu'un petit écusson arrondi, s'arrêtant au milieu de l'abdomen; l'anus est alors percé sur un petit écusson particulier de forme triangulaire, comme chez les dermanysses (pl. VIII, fig. 3). Toute la surface tégumentaire, non occupée par les plastrons, est membraneuse, diaphane et finement striée. Notons encore que dans les grandes espèces du troisième sous-genre, les plastrons sont comme écailleux ou comme formés de cellules épithéliales pavimenteuses dont les lignes d'union resteraient distinctes. Chez les nymphes de ces deux sous-genres le plastron dorsal est divisé par un sillon transversal en deux segments inégaux, dont le postérieur plus court; ils portent alors quatre paires de poils plus longs que les autres, barbelés dans les grandes espèces et qui disparaissent à l'âge adulte.

Chez les Dermanysses, les deux plastrons, qui sont ici lyriformes en sens inverse, sont très-réduits et n'occupent guère que le tiers de la surface du corps; partout ailleurs le tégument est membraneux, diaphane, finement et régulièrement plissé, présentant quelques poils courts semés symétriquement. L'anus s'ouvre sur un petit écusson triangulaire spécial près du bord postérieur de l'abdomen (pl. VIII, fig. 3).

Chez les Ptéroptes, les plastrons sont encore plus réduits que chez les Dermanysses, surtout inférieurement, et présentant des différences chez le mâle et chez la femelle : chez le mâle, le plastron dorsal est entier, en forme de losange à angles arrondis et occupe le centre de la face supérieure, tandis que chez la femelle il est divisé en cinq segments par de larges sillons membraneux, le plus grand occupant le centre de la partie dorsale céphalothoracique, les quatre autres plus petits occupant régulièrement le milieu du notogastre. Le plastron inférieur, chez le mâle, est une petite pièce rhomboïdale à angles antérieurs et latéraux tronqués, placés à la hauteur de la deuxième paire de pattes, et montre son angle antérieur occupé par une large échancrure arrondie longeant l'organe sexuel mâle; chez la femelle, ce plastron, pas plus grand que chez le mâle et placé au même endroit, est triangulaire, à sommet dirigé en avant et à bord postérieur arrondi; ce n'est autre que le clapet fermant l'ouverture exté-

rieure de l'organe sexuel femelle ou du larviscapte, si l'on peut dire. Chez les nymphes et les larves des ptéroptes, les plastrons en question font défaut. Le tégument des ptéroptes, dans tous les points non occupés par les plastrons, est membraneux, assez résistant, d'une couleur jaunâtre sale, sillonné de stries très-obliquement entre-croisées, laissant entre elles de petites saillies simulant de petites écailles dentelées à leur bord postérieur, qui ne se voient bien qu'à un grossissement de 700 diamètres. Le tégument des ptéroptes porte des poils ou soies assez longs, surtout au bord postérieur de l'abdomen chez les femelles, et qui sont semés régulièrement et symétriquement.

Membres. — Les membres, chez les Gamasidés adultes, sont au nombre de huit, quatre de chaque côté, — en comptant, bien entendu, la première paire comme membre, bien qu'elle joue exclusivement le rôle de palpe dans les deux premiers genres et surtout chez les Uropodes. — Les larves, semblables aux parents, mais à téguments mous sur le tronc, n'ont que trois paires de pattes dans les trois premiers genres, mais naissent avec quatre paires chez les ptéroptes qui sont ovovivipares.

Les pattes, chez tous les Gamasidés, sont composées de *six* articles (pl. VII, fig. 8): 1° une *anche* (*h*), 2° un *trochanter* (*tr*), 3° une *cuisse* ou *fémoral* (*f*), 4° un *genou* ou *genual* (*g*), 5° une *jambe* ou *tibial* (*ti*) et 6° un *tarse* (*ta*). C'est le même nombre que chez les grandes arachnides et chez les grands acariens, les Ixodés, les Trombidiés et les Hydrachnidés; ce nombre n'est plus que de cinq chez les Sarcoptidés, et on voit, chez les Oribatidés, où le *genual* n'est plus qu'un petit article beaucoup plus court que les autres et souvent sphérique, que c'est cet article qui a disparu chez les Sarcoptidés. M. Blanchard a déjà fait observer, il y a longtemps (*Dict. d'Hist. nat.* de d'Orbigny), que les jambes des arachnides ne diffèrent de celles des insectes que par l'article de la jambe qui est divisé en deux chez les premières.

La première paire de pattes diffère entièrement des autres, par son insertion, dans les trois premiers genres, surtout chez les Uropodes (pl. VII, fig. 1, 2 et 5 *pl*). On peut voir, par ces figures, qu'elle est unie aux pièces du rostre et qu'elle fait partie

intégrante des organes de manducation puisqu'elle s'insère en dedans du camérostome; du reste il n'y a qu'à voir marcher un uropode et un gamase pour s'assurer que cette première paire de pattes ne sert nullement à la progression et qu'elle a un rôle tout différent des autres pattes : elle est continuellement en mouvement, même quand l'animal est au repos, tâtant continuellement le terrain, l'explorant en tous sens ; c'est, en un mot, le bâton de l'aveugle, et le pinceau de soies qui la termine, dont quelques-unes sont très-longues, porte au loin son action exploratrice. Ce sont en un mot de vrais palpes, et si l'on compare le rostre des uropodes à celui de certains insectes, de la puce, par exemple, on voit que la première paire de pattes tient exactement la place des palpes labiaux et que ses hanches contiguës, unies intimement au menton (pl. VII, fig. 5 *mt*), représentent exactement la lèvre inférieure. Nous la décrirons donc avec les autres parties du rostre (1).

Les *hanches*, dans les six autres pattes, sont toutes à peu près semblables (pl. VII, fig. 8 *h*) et représentent une section annulaire de la base d'un cône très-surbaissé; elles s'articulent avec le *sternum* par deux points opposés et transversaux, complétés par une membrane ligamenteuse en manchon, qui en font une articulation par charnière parfaite à mouvement antéro-postérieur.

Le *trochanter* (pl. VII, fig. 8 *tr*) représente aussi une section conique, mais plus étroite que la précédente et tout aussi courte. Il s'articule avec la hanche par deux points opposés formant une ligne parallèle à l'axe du corps de manière à constituer une articulation ginglymoïde comme la précédente, mais à mouvement opposé.

La *cuisse* (pl. VII, fig. 8 *f*) est un tronc de cône allongé, renversé et incurvé, dont la partie étroite s'articule avec le tro-

(1) M. Blanchard a donné le moyen de reconnaître, dans les insectes et les grandes Arachnides, entre autres les Galéodes, les pièces qui appartiennent à la bouche, et de les distinguer des pattes : c'est que les nerfs qui arrivent aux premières procèdent tous du ganglion *sous-œsophagien*, tandis que les secondes reçoivent leur filet nerveux du ganglion *sus-œsophagien*; malheureusement ce moyen de contrôle nous manque chez les Acariens où l'on n'a encore vu, chez les grandes espèces, qu'un seul ganglion qui est sus-œsophagien, tout à fait imperceptible chez toutes les autres.

chanter de manière à former une charnière à mouvement latéral. C'est le plus long des articles de la base du membre.

Le *genou* (pl. VII, fig. 8 *g*) est un court cylindre, un peu plus étroit en diamètre que la base élargie de l'article précédent avec laquelle il s'articule de manière à former une charnière qui joue dans le même sens que la précédente.

La *jambe* (pl. VII, fig. 8 *ti*) est aussi un court cylindre très-semblable au précédent qui semble n'en être que la moitié et avec lequel il s'articule à charnière à mouvements semblables aux trois précédentes articulations.

Le tarse (pl. VII, fig. 8 *ta*) est un cône allongé et généralement droit dont la base, un peu plus étroite que la jambe, s'articule avec elle, et dont la pointe, un peu tronquée, donne articulation à une petite pièce triangulaire à bords épais portant une paire de crochets mobiles et une membrane à trois lobes, se plissant et s'étalant en éventail, et permettant à l'acarien d'adhérer aux corps les plus polis. Le tarse est en quelque sorte divisé en deux par une petite articulation synarthrodiale dont le sillon se remarque à une petite distance de la base.

Les six dernières pattes ne diffèrent guère, dans les quatre genres de Gamasidés et dans leurs différentes espèces, qu'au point de vue de la longueur respective des articles et de la paire de crochets qui terminent le tarse ; la dernière paire est généralement plus longue que les deux précédentes, surtout chez les gamases ; dans ce dernier genre aussi le trochanter de cette dernière paire de pattes est un article allongé, fusiforme, presque aussi long que la cuisse. La deuxième paire de pattes est souvent plus grosse que les autres; c'est ce qui se remarque dans les trois premiers sous-genres des gamases ; elle est même d'un volume extraordinaire et de forme tout à fait caractéristique chez les mâles de la troisième section, — c'est ce qui avait donné lieu à la création de l'espèce *Gamasus crassipes* (pl. VIII, fig. 2); — elle porte à sa cuisse un énorme tubercule courbé en crochet et aux deux articles suivants d'autres tubercules plus petits et même une véritable épiphyse cylindrique courbée, à extrémité élargie, s'insérant à la face antérieure de la jambe. Ces pattes volumineuses

servent au mâle pour étreindre la jeune femelle nubile avec laquelle il s'accouple.

Les pattes portent des poils en verticille au nombre de quatre dans les articles courts, huit dans les longs, et jusqu'à seize sur les tarses. Ces poils sont de petits aiguillons courts chez les uropodes; ils s'allongent chez les gamases, surtout au tarse où ils sont barbelés dans les grandes espèces; enfin, ce sont de longues et fortes soies chez les ptéroptes.

Une exception à signaler encore dans la forme des tarses chez une grande espèce de gamase, celle que nous avons nommée *G. speleus*, c'est que ces tarses sont fortement coudés, presque à angle droit dans la deuxième paire de pattes, encore coudés, mais beaucoup moins, dans les deux dernières pattes.

Muscles. — Les muscles, chez les Gamasidés, sont nombreux et faciles à observer surtout chez les *ptéroptes* et les nymphes des grandes espèces de gamases chez lesquelles les téguments sont peu colorés et presque complétement diaphanes. Ils sont composés de fibres striées formant des faisceaux plus ou moins volumineux.

On peut distinguer les muscles en : 1° moteurs des membres, 2° moteurs du rostre, 3° moteurs spéciaux des mandibules et 4° moteurs des palpes maxillaires.

1° Les muscles des membres se distinguent en abducteurs et adducteurs, spéciaux aux articulations de la hanche avec le sternum, et en extenseurs et en fléchisseurs, ces derniers toujours plus volumineux et plus puissants que ceux auxquels ils sont naturellement opposés. Chaque articulation comporte une paire de chacun de ces derniers genres de muscles qui sont alors courts, puisqu'ils s'insèrent par chacune de leurs extrémités à chacun des deux articles contigus qu'ils font mouvoir l'un sur l'autre. Outre ces *muscles courts*, il y en a de plus longs, communs à plusieurs articulations; ils sont alors exclusivement fléchisseurs. Le sternum donne insertion à tous les muscles courts qui font mouvoir les hanches, et qui sont naturellement adducteurs et abducteurs, et de plus à tous les muscles *longs fléchisseurs* qui s'insèrent au trochanter et à la cuisse; le trochanter donne inser-

tion aux longs fléchisseurs qui vont jusqu'à la jambe, et la cuisse à ceux qui vont jusqu'au tarse; celui-ci donne enfin insertion aux muscles moteurs des crochets et de la caroncule.

Le rostre étant mobile en tous sens et même rétractile chez les uropodes, ses mouvements sont produits par la contraction de muscles attachés, d'une part, au pourtour de la base du rostre, d'autre part, au sternum inférieurement, sous l'épistome supérieurement, et en dedans des côtés incurvés du plastron supérieur latéralement. Les muscles rétracteurs du rostre, chez les uropodes, s'insèrent au milieu de la face interne de chaque plastron ; les muscles protracteurs ne sont autre que les muscles moteurs du rostre commun à tous les genres.

Les mouvements du rostre, très-étendus chez les uropodes, plus bornés chez les gamases et les dermanysses, deviennent presque nuls ches les ptéroptes; les muscles sont alors réduits de volume proportionnellement.

Dans l'intérieur du rostre, la languette a un certain mouvement d'extension et de rétraction quoique très-borné; ils sont dus à des muscles qui attachent ce petit organe sur le plancher inférieur du rostre au point de soudure des deux mâchoires.

Les mandibules ont des muscles très-puissants qui permettent aux gamasidés de les porter en avant, de les darder, d'une longueur égale, dans quelques genres (uropodes, dermanysses) à celle de tout le corps, et aussi de les rentrer complétement, comme dans un fourreau, de façon qu'on ne les distingue plus que grâce à la transparence des téguments. Hermann, et même des auteurs beaucoup plus modernes, ont expliqué ce jeu des mandibules en les regardant comme formées d'une série d'articles s'emboîtant comme les pièces tubulaires d'une lunette d'approche, comme le pénis des faucheurs mâles; mais cette structure est purement imaginaire : les mandibules des gamases forment une tige droite, carrée comme une règle d'écolier, articulée à charnière dans le milieu de sa longueur de façon qu'elle peut se couder de haut en bas lorsqu'elle est projetée dans le plus grand degré d'extension; leur intérieur contient alors des muscles spéciaux pour produire cette flexion et pour la redres-

ser, de même qu'il en existe aussi à leur extrémité pour faire mouvoir le doigt mobile de la pince terminale. Ces derniers muscles sont nécessairement absents lorsque, comme chez les femelles des dermanysses, les mandibules sont réduites à l'état de stylets rigides ne présentant plus trace de pince à leur extrémité, ni d'articulation dans le milieu de leur longueur.

Enfin, il existe encore des muscles, disposés absolument comme dans les membres, dans les palpes maxillaires qui représentent en petit une paire de pattes à cinq articles, terminées comme l'est quelquefois la première, c'est-à-dire par un pinceau de poils, sans crochets ni caroncules.

Fonctions de translation. — Les fonctions de translation ou de déplacement sont la conséquence de l'action des muscles que nous venons de décrire sur les parties du squelette qui les contiennent. Elles ont pour organes, à peu près exclusifs, les trois dernières paires de pattes chez les uropodes et la plupart des gamases, et les quatre paires chez les autres gamases, les dermanysses et les ptéroptes; encore chez les derniers gamases et les dermanysses, la première paire de pattes, comme nous le verrons plus loin, remplit-elle les fonctions mixtes d'organe d'ambulation et d'organe d'exploration.

Les allures sont très-rapides chez les deux derniers sous-genres de gamases et chez les dermanysses, et c'est réellement à ces acariens qu'aurait pu s'appliquer le nom de *celeripes*, donné par Montagu aux ptéroptes qui le méritent beaucoup moins. L'allure des ptéroptes est remarquable en ce sens que le déplacement se fait toujours latéralement, comme chez les hippobosques et les autres diptères parasites voisins de la famille des pupipares. Les mouvements des uropodes et des deux premiers sous-genres de gamases sont beaucoup plus lents que chez les autres Gamasidés ; ils se rapprochent de ceux des oribatidés les plus agiles, avec lesquels un examen superficiel pourrait les faire confondre, comme cela est arrivé à Hermann et à Koch, surtout qu'on les trouve fréquemment cohabitant ensemble.

On peut encore regarder comme un moyen de translation celui qu'emploient les gamases et les uropodes pendant une certaine

période de leur vie et qui consiste à grimper sur le corps de certains insectes et surtout des coléoptères orduriers. Les gamases adhèrent aux téguments polis des coléoptères au moyen de leurs caroncules tarsiennes et en s'aidant de leurs mandibules avec les pinces desquelles ils saisissent et se fixent aux poils thoraciques de leur véhicule animé. Les uropodes, qui n'ont pas la ressource de pinces aussi fortes à leurs mandibules, — lesquelles pinces ont leurs mors soudés chez les nymphes, — ont un appareil d'adhérence spécial qui n'existe qu'à l'âge où leur instinct les porte à s'attacher aux insectes, c'est-à-dire à l'âge de nymphe ; cet appareil consiste en une large ventouse impaire qui entoure l'anus, et à laquelle aboutit une paire de tubes à parois contractiles, logés dans l'angle dièdre formé par la réunion des bords latéraux des deux plastrons (pl. VII, fig. 1). Cet appareil d'adhérence disparaît à l'âge adulte, parce qu'il est devenu inutile par suite du changement de mœurs de l'animalcule. Nous reviendrons plus loin sur les mœurs des Gamasidés et sur leur parasitisme faux ou réel suivant les espèces.

3. Fonctions digestives et circulatoires.

Les fonctions digestives ont pour agents, chez les Gamasidés : 1° un rostre renfermant les organes de la manducation ; 2° un tube digestif composé d'un pharynx, d'un œsophage, d'un estomac avec des prolongements en forme de cæcum et d'un intestin rectum ; enfin, 3° d'un organe dépurateur remplissant des fonctions analogues à celles du rein chez les vertébrés.

Rostre. — Le rostre, comme nous l'avons déjà dit, a pour partie principale un tube en forme de cône tronqué, constitué dans sa moitié inférieure par les deux *mâchoires* ou *maxilles* aplaties, incurvées en rigoles, soudées dans les trois quarts postérieurs de leur longueur, et complété supérieurement par un labre à bord festonné (pl. VIII, fig. 2 *c*). Le tube rostral, ouvert par son extrémité extérieure, qui est la plus petite chez les gamases, les dermanysses, et la plus grande chez les ptéroptes, est uni par une membrane, formant ligament circulaire ou en manchon, aux bords du camérostome, mais assez lâchement pour

permettre au rostre des mouvements dans tous les sens et surtout des mouvements de rétraction et d'extension. La partie maxillaire du rostre (pl. VII, fig. 5 *mx*) présente à son bord libre deux pointes médianes légèrement divergentes qui ne sont autres que les pointes des *maxilles;* de chaque côté de la base de ces deux pointes, et articulées à une apophyse basilaire, existent des *galea* ou palpes maxillaires secondaires d'un seul article cultriforme (*g*); en arrière des *galea* s'articule aussi à des apophyses basilaires une paire de *palpes maxillaires* fusiformes, à cinq articles presque égaux (*pm*), le terminal plus petit, portant un pinceau de poils, les précédents en portant aussi de rares en verticilles; deux, entre autres, à la face interne du troisième article, élargis et spatulés, chez les gamases, remplacés par un seul bifurqué, au premier article, chez les uropodes, et qui paraissent avoir pour objet de servir à nettoyer les mandibules. La face inférieure du tube rostral présente trois, deux ou une paire de poils suivant les genres. Intérieurement cette même face donne attache à la *languette* par des muscles qui lui laissent une certaine mobilité; cette *languette* est un organe plat, triangulaire, allongé, à pointe et à côtés villeux chez les uropodes, les dermanysses et les ptéroptes (pl. VII, fig. 7), à pointe en T chez les grands gamases.

Dans le tube rostral glissent *deux mandibules* à mouvements indépendants, dont la forme générale est celle d'une tige carrée allongée, articulée à charnière dans son milieu, terminée par une pince didactyle à mors dentés, et dont la longueur totale égale la moitié du corps chez les ptéroptes et les mâles des dermanysses, les deux tiers chez les gamases, et la totalité du corps chez les uropodes et les femelles des dermanysses. Cette forme générale des mandibules, qui appartient surtout au genre gamase, subit des modifications suivant le genre et même suivant le sexe chez lequel on les observe : chez les uropodes les mandibules sont plus déliées et l'onglet fixe de la pince est allongé en pointe aiguë (pl. VII, fig. 6); dans les nymphes du même genre les mors de cette pince ne sont que simulés, car ils sont généralement soudés; dans tous les gamases les pinces terminales des mandi-

bules varient de forme suivant le sexe (voyez, dans la planche VIII, la fig. 1 qui représente en A une mandibule du mâle du gamase des mousses, et en B une des femelles du même; dans la fig. 2, une mandibule du mâle du gamase des champignons en B, et en A une mandibule de femelle du même). La différence entre les mandibules du mâle et celles de la femelle est encore plus prononcée chez les dermanysses et les ptéroptes que chez les gamases: chez la femelle des dermanysses, les mandibules sont réduites à l'état de fins stylets (pl. VIII, fig. 3); chez le mâle la pince est composée de deux mors très-inégaux A, dont le mobile le plus grand, semblable à une dague flamboyante, peut se coucher le long de la tige comme une lame de couteau de poche; chez la femelle des ptéroptes les mandibules, presque aussi amincies que chez les dermanysses, se terminent par une toute petite pince dentée (pl. VIII, fig. 4 A); quant aux mandibules du mâle, la pince terminale est remplacée par un véritable harpon dont le mors mobile fournit le crochet, et le mors fixe, la pointe à bords dentés en scie (B).

En contact avec le rostre on voit encore des pièces accessoires s'insérant en dedans des bords du camérostome et qui font par conséquent partie intégrante des pièces de la bouche: c'est, d'abord, un *menton* (pl. VII, fig. 5 *mt*) pièce quadrangulaire portant quatre poils à son extrémité libre, et unie à deux autres pièces (*lv*) qui représentent une deuxième paire de mâchoires ou mieux les pièces symétriques d'une *lèvre inférieure* analogue à celle des insectes hexapodes; ce qui l'indique c'est la présence d'un vrai menton (*mt*) qui sans cela n'aurait pas de raison d'être. Chaque pièce symétrique de la *lèvre inférieure* porte un grand *palpe labial* à six articles, aussi volumineux qu'une patte, mais qui s'en distingue par la structure de son article terminal aussi bien que par ses fonctions; cet article terminal est cylindrique, à extrémité tronquée obliquement et portant un bouquet de soies tentaculaires dont une ou deux très-longues, sans trace de crochets et de caroncules, chez les nymphes des uropodes et chez quelques femelles de gamases; portant de petits crochets à peine perceptibles chez les uropodes adultes, et des crochets avec caron-

cules ordinairement aussi volumineux que ceux des vraies pattes chez les autres Gamasidés. Chez les gamases et les dermanysses les pièces symétriques de la lèvre inférieure s'éloignent insensiblement du menton de manière à devenir progressivement des hanches, en même temps que la forme des palpes labiaux ressemble davantage à celle des autres pattes. Mais il faut arriver aux ptéroptes pour voir ces palpes labiaux être en tout semblables aux autres pattes tant pour la structure que pour la fonction, et constituer réellement une huitième paire d'organes exclusivement ambulatoires.

Les *palpes labiaux*, soit qu'ils soient parfaitement distincts des autres pattes, soit qu'ils en aient déjà la plupart des caractères, sont les organes principaux du tact dans les trois premiers genres de la famille des Gamasidés ; ce sont des organes explorateurs qui, au moyen des longues soies dont ils sont munis, portent leur action au loin ; aussi sont-ils plus que des organes buccaux : ils remplacent les yeux absents, et à leur grande mobilité on voit qu'ils jouent aussi le même rôle que les antennes des insectes, et qu'ils sont probablement aussi des organes d'odorat et même d'audition. C'est ce que nous discuterons encore plus loin au chapitre de l'innervation et des sens.

Les *palpes maxillaires* sont spécialement des organes de goût, ce qui indique leur activité lorsque l'animalcule cherche sa nourriture ou qu'il se repaît.

Les *mandibules*, suivant leur forme, divisent, déchirent, ponctionnent les substances ou corps imbus des sucs dont les Gamasidés font leur nourriture, car les Gamasidés, de même que tous les acariens et tous les arachnides n'absorbent que des aliments liquides qui sont introduits dans leur bouche et menés jusqu'au pharynx par l'action de la languette aidée du jeu alternatif des deux mandibules.

Tube digestif. — La première partie du tube digestif, ou la *cavité buccale*, est constituée par le vide que laissent entre elles, dans le tube rostral, — auquel il ne manque qu'une paire d'yeux pour constituer une véritable tête, — les deux mandibules et la languette. Le *pharynx* lui fait suite sous forme d'une poche

conique plissée dont le fond s'ouvre dans l'*œsophage*, tube cylindrique qui, à la hauteur des hanches de la troisième paire de pattes chez les gamases, de la quatrième paire chez les ptéroptes, et même plus en arrière chez les dermanysses, s'ouvre lui-même dans un vaste sac diverticulé qui est l'*estomac* (pl. VIII, fig. 3 et 4). Avant d'arriver à ce point, l'œsophage, chez les ptéroptes, a fourni deux paires de poches ampullaires symétriques qui s'ouvrent au même point et qui représentent un vrai jabot cloisonné. Plus bas, chez les mêmes acariens, l'œsophage envoie deux bras anastomotiques aux deux ventricules de l'estomac, ce qu'on voit aussi chez les gamases.

L'*estomac* varie de forme suivant les genres : chez les gamases et les uropodes il a la forme d'un sac carré, des angles antérieurs duquel émergent deux vastes cæcums, dont les extrémités longues et effilées vont se terminer jusque dans la base du rostre en longeant les côtes du thorax ; des angles postérieurs du même sac stomacal partent deux gros intestins qui se bifurquent immédiatement pour aller, d'une part, s'anastomoser largement avec la base des cæcums précités, et d'autre part, venir se terminer tous les deux à l'anus après avoir décrit chacun une forte circonvolution. Chez les dermanysses, la forme de l'estomac et de ses diverticulums cæcaux et intestinaux se rapproche beaucoup de ce qu'on voit chez les gamases, seulement l'extrémité des deux cæcums est plus arrondie, moins allongée, et les deux intestins s'anastomosent en donnant naissance à un seul tube qui vient par un court trajet rétrograde s'ouvrir dans l'anus après avoir rejoint encore une fois l'estomac, qui paraît ainsi donner naissance à cinq branches s'anastomosant toutes entre elles (pl. VIII, fig. 3). Chez les ptéroptes, l'estomac présente deux ventricules symétriques et égaux, incurvés et à extrémités dirigées en avant le long des flancs de l'animalcule (pl. VIII, fig. 4) ; ces deux ventricules, après avoir fourni en dedans chacun une anastomose avec l'œsophage, émettent en dehors chacun quatre cæcums allongés qui s'introduisent dans chaque patte en s'y terminant par une extrémité arrondie à la hauteur de l'articulation génuo-tibiale. L'intestin est unique, impair, émergeant du milieu de la

grande courbure de l'estomac et se rendant directement à l'anus.

L'*anus* est une petite ouverture ovale, longitudinale, fermée par deux petits clapets, percée soit sur la portion abdominale du plastron inférieur, soit sur un petit écusson triangulaire particulier, et s'ouvrant à une distance variable, suivant les genres, du bord postérieur du corps chez les uropodes, les gamases et les dermanysses (voyez pl. VII, fig. 1, 2 et 3 et pl. VIII, fig. 1, 2 et 3). Chez les ptéroptes, l'anus est un petit organe tubulaire, en fleur de lis, qui est tout à fait marginal (pl. VIII, fig. 4).

Le *tube intestinal* et ses *diverticulums* sont constitués par une membrane diaphane très-délicate, mais dans la composition de laquelle entrent nécessairement des fibres musculaires lisses, que nous n'avons pu voir, mais dont l'action est bien manifeste. En effet, lorsque l'on tient sous le microscope, dans la glycérine qui laisse vivre l'acarien assez longtemps, une jeune nymphe de gamase vivante, on voit manifestement, sous les téguments transparents, les contractions péristaltiques des intestins et des cæcums.

Le tube intestinal des Gamasidés est toujours coloré en brun foncé, tant par les matières alimentaires et excrémentitielles qu'il contient, que par une substance granuleuse brune qui le tapisse dans toute son étendue et qui est l'analogue de celle que renferment les tubes hépatiques des insectes. Cette couche granuleuse représente en effet le *foie*, et cette structure rappelle celle du tube digestif des planaires et de plusieurs annélides, signalée par M. de Quatrefages il y a trente ans déjà (1).

Appareil excréteur. — De chaque côté de la partie centrale de l'appareil digestif, ou plutôt entre l'appareil digestif et les téguments dorsaux, se voient deux autres tubes contournés, atténués antérieurement, renflés et comme ampullaires postérieurement, s'ouvrant aussi dans l'anus; ils sont remplis d'une matière blanche opaque qui paraît noire et peu distincte des résidus intestinaux lorsqu'on examine le Gamasidé à la lumière réfléchie, mais qui forme des taches blanches symétriques sur le dos lors-

(1) M. de Quatrefages, *Mémoire sur quelques planariées marines*, in *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. IV, 1845.

qu'on examine l'acarien à la lumière directe; cet appareil est surtout visible sur les dermanysses adultes, bien repus de sang, où il se montre à l'extérieur sous forme de deux taches blanches, rondes, rapprochées sur le notogastre, et de deux autres taches en croissants longitudinaux sur le thorax; l'ensemble de ces taches figure assez exactement une lyre. Nous l'avons aussi constaté sur tous les gamases, sur les uropodes et sur les ptéroptes, bien qu'il soit beaucoup moins distinct que chez les dermanysses, et que la couleur de son contenu soit d'un blanc jaunâtre sale. Cet appareil envoie dans chaque patte des prolongements visibles surtout chez les ptéroptes, et son contenu, qui paraît être de l'acide urique, indiquerait qu'il n'est autre qu'une sorte d'appareil d'excrétion urinaire. Claparède avait déjà constaté sa présence chez les gamases (1); Allman, chez l'*Halarachne halichari*, espèce d'hydrachnide marin (2), et Leidig, sur le gamase testudinaire (3).

Appareil circulatoire. — Ce n'est pas sans intention que nous avons réuni dans le même chapitre les fonctions digestives et les fonctions circulatoires. En effet, ces fonctions sont tellement connexes, qu'elles n'ont, pour ainsi dire, qu'un même appareil pour elles deux; les diverticulums de l'estomac ont pour mission de porter le liquide nutritif dans les diverses régions du corps, en sorte que l'appareil digestif des Gamasidés mérite aussi bien que celui des planaires le nom d'appareil gastro-vasculaire qui a été donné par M. de Quatrefages à l'estomac diverticulé des vers de ce nom. En dehors de ces tubes d'où il sort en quelque sorte par expression ou par exosmose, le liquide nutritif est en contact direct avec les organes musculaires, trachéens et autres qu'il baigne, et ne présente d'autres mouvements que certaines ondulations irrégulières et partielles provoquées par des contractions musculaires. La circulation est donc purement lacunaire comme chez les mollusques inférieurs, tels que les ascidies (4),

(1) Claparède, *Studien über Acariden*. Leipzig, 1868, note 36.
(2) Cf. *Annals of nat. history*. 1847, p. 47.
(3) Franz Leidig, *Texture intime des Arthropodées*, in *Mullers' Archiv.*, 1855, p. 466.
(4) Milne Edwards, *Mémoire sur les ascidies*, in *Mém. de l'Acad. des sciences*, t. XVIII, 1841.

et il n'existe aucun organe spécial comme le cœur ou vaisseau dorsal des insectes et des arachnides supérieurs, destiné par ses contractions régulières répétées à déterminer un mouvement incessant dans le liquide circulatoire.

Nous n'avons pu découvrir non plus le long des trachées rien qui ressemblât au délicat appareil circulatoire péritrachéen, découvert par M. E. Blanchard chez les insectes.

Le liquide nutritif est diversement coloré suivant le genre d'alimentation du Gamasidé; ainsi il est incolore ou seulement un peu jaunâtre chez les uropodes, et la plupart des gamases qui vivent des sucs résultant de la décomposition des matières végétales pourries ; il est vert chez le petit gamase que nous avons nommé *G. viridis*, qui vit sur les feuilles de divers végétaux vivants, tels que le coudrier, le tilleul, dont il extrait, par des piqûres, les sucs colorés par la chlorophylle, laquelle chlorophylle, non détruite par la digestion, colore encore son fluide nutritif; il est rouge rutilant chez les dermanysses qui vivent du sang des poulets, des hirondelles, des petits oiseaux et mêmes de grands mammifères, coloré qu'il est par l'hémoglobine qui reste en solution dans ce liquide sans être détruite; enfin, il est rosé chez les ptéroptes qui vivent principalement de l'humeur onctueuse qui imprègne les ailes membraneuses des chauves-souris, à laquelle ils ajoutent de temps en temps un peu de sang.

C'est chez les dermanysses récemment repus, qui ont le liquide nutritif le plus vivement coloré, qu'il est facile d'étudier la circulation lacunaire, surtout dans les pattes qui sont comme finement injectées.

4. Fonctions de la respiration.

Les fonctions respiratoires ont, pour s'exercer, un *système trachéen* très-délicat et complet. Deux troncs, un pour chaque moitié du corps, partent chacun d'un stigmate situé entre et au-dessus des deux dernières hanches (gamases, dermanysses, ptéroptes) ou des deux moyennes (uropodes); chaque tronc se dirige vers le rostre et fournit en passant une branche principale et rétrograde pour l'abdomen, et une à chaque membre (pl. VIII,

fig. 2); en outre, plusieurs branches anastomotiques font communiquer chaque tronc trachéal avec son congénère; les branches principales se subdivisent ensuite à l'infini, surtout celles du corps.

Les stigmates qui, comme nous venons de le dire, ne sont qu'au nombre d'une seule paire, ne s'ouvrent pas directement à l'extérieur: ils sont munis d'un *péritrème* tubulaire couché le long en dessus des hanches, et vont porter leur extrémité ouverte jusqu'à la base du rostre, chez les gamases et les dermanysses (pl. VIII, fig. 1, 2 et 3), mais s'arrêtent, chez les ptéroptes, en avant de la hanche de la troisième paire qu'ils contournent (pl. VIII, fig. 4, *c*). Chez les uropodes, les stigmates se montrent en dehors et entre les hanches des deuxième et troisième paires de pattes, et le péritrème constitue un trajet sinueux qui paraît creusé dans l'épaisseur des plastrons et qui vient s'ouvrir sur le plastron supérieur, dans sa portion céphalo-thoracique, assez près de l'épistome (pl. I, fig. 4 *ta*).

Bien que l'appareil trachéen des gamases ait été signalé par plusieurs observateurs, aucun n'a parlé du curieux tube protecteur des stigmates, lequel a évidemment pour but d'empêcher l'introduction des poussières, comme les tubes coudés de M. Pasteur, dont il a la configuration. Sa présence est un excellent caractère de famille, car il existe chez tous les Gamasidés, mais exclusivement chez eux, aucun autre acarien ne présentant rien d'analogue.

Les fonctions de cet appareil respiratoire sont-elles les mêmes que celles de son analogue chez les insectes, c'est-à-dire est-il destiné à aspirer de l'air et à expirer des produits d'excrétion gazeux? Dujardin (1) prétend que, chez tous les acariens qui en sont pourvus, ce n'est qu'un organe d'excrétion et que l'absorption de l'air se fait par une autre voie. Si cette manière de voir a quelque fondement en ce qui regarde les limnochares, les atax et les hydrachnes, nous n'avons, chez les Gamasidés, rien qui ressemble aux stomates absorbants et au réseau sous-

(1) Dujardin. *Premier mémoire sur les acariens*, in *Annales des sc. naturelles*. Zool., 1844.

cutané qui les relie chez ces acariens aquatiques. D'un autre côté il est impossible de voir jamais des mouvements quelconques de l'abdomen correspondant à l'aspiration et l'expiration respiratoire chez les gamases ou autres acariens à trachées, comme on en voit chez les insectes; l'aspiration ne pourrait se faire que quand les contractions intestinales ou musculaires amèneraient un vide intérieur; elle est dans tous les cas très-irrégulière. Quant à l'expiration elle est évidente et continue, ce qu'il est facile de constater en maintenant un gamase en vie dans de la glycérine: on voit à l'extrémité des tubes péritrémiques se former une petite bulle gazeuse qui augmente insensiblement de volume.

5. Fonctions de l'innervation et sens.

Jusqu'à présent on n'avait constaté l'existence d'un système nerveux chez des acariens que chez le trombidion (Tréviranus) et chez les limnochares (Dujardin) ; encore ce système nerveux est-il très-simple, ne consistant qu'en un seul ganglion émettant des nerfs presque transparents et élastiques en avant et en arrière. A force de patience, nous avons réussi à voir quelque chose d'analogue chez certains gamases, et ce n'est qu'en choisissant des nymphes, venant de muer et à estomac presque vide, du grand gamase des grottes que nous avons pu y arriver. Ce ganglion nous a paru central et à la hauteur des hanches de la deuxième paire de pattes, et les cordons nerveux les plus apparents qui en émergeaient se dirigeaient vers la première paire de pattes, ce qui prouve l'importance des fonctions de ces derniers organes.

Les Gamasidés n'ont pas d'*yeux* comme les trombidiés, et cependant ils ont très-marqué le sentiment de la lumière et de l'obscurité, car lorsqu'ils réussissent à s'échapper des mains du chasseur qui les a capturés, ils recherchent immédiatement les lieux obscurs et fuient à l'opposite de la lumière. Où est le siége de ce sentiment? C'est ce que nous ne pouvons dire.

Ils ont aussi l'*odorat* des plus subtils. En effet, la plupart des gamases et des uropodes pendant leur période de nymphe et de jeune femelle ovigère, s'attachent à des insectes orduriers ou à

des hyménoptères velus pour se faire porter d'un amas de détritus à un autre; leur odorat leur indique parfaitement quand ils sont arrivés à destination et quand ils doivent descendre de leur véhicule ailé. Les dermanysses, qui pendant tout le jour restent tapis dans les anfractuosités des cages ou des poulaillers, savent très-bien, la nuit, guidés exclusivement par leur odorat, trouver la victime dont le sang leur sert d'aliment.

Leur *tact* est aussi des plus délicats, et le principal organe de ce sens est constitué par les longues soies terminales de leur première paire de membres; il suffit pour détourner un gamase ou un uropode de son chemin de toucher légèrement l'extrémité de ces soies. Du reste tous les poils, et surtout les plus longs, chez tous les Gamasidés jouissent de la même propriété, peut-être un peu moins marquée.

La perfection du sens du *goût* ches les Gamasidés est indiquée par ce fait qu'ils ne se trompent jamais sur la nature des substances qui leur conviennent comme nourriture.

Enfin, rien dans nos observations n'a pu nous faire croire qu'ils possédassent des organes capables de les rendre impressionnables aux bruits ou aux sons.

6. Fonctions de reproduction.

Les Gamasidés sont monoïques, comme du reste tous les acariens, bien que Dujardin ait prétendu qu'il y en avait d'hermaphrodites.

Les deux sexes se distinguent l'un de l'autre par des caractères physiognomoniques dont nous avons déjà cité quelques uns: ainsi, nous avons déjà vu que dans les trois derniers sous-genres des gamases, où, chez la femelle, les deux plastrons sont unis par une membrane souple, extensible et diaphane, ces plastrons sont intimement soudés chez le mâle; que, dans le troisième sous-genre des mêmes, le mâle a la deuxième paire de pattes énorme et tuberculeuse; que, chez tous les gamases, la pince des mandibules du mâle diffère de forme avec celle de la femelle; enfin, que chez les dermanysses et chez les ptéroptes, la différence de forme entre les mandibules du mâle et celles de la fe-

melle est tellement prononcée, qu'elles diffèrent du tout au tout. A ces caractères différentiels nous ajouterons les suivants : le mâle a toujours le corps plus petit et surtout plus étroit dans sa portion abdominale que celui de la femelle, tout en ayant ordinairement les pattes aussi longues et aussi grosses, — elles le sont même quelquefois davantage. — Ce caractère est surtout saillant chez les ptéroptes et chez les gamases ; il est moins prononcé dans les deux autres genres.

L'organe sexuel mâle se compose d'un testicule sacciforme aboutissant à un pénis qui émerge d'une ouverture ovale transversale, percée tout auprès du bord antérieur du plastron sternal chez les gamases, les dermanysses, les ptéroptes (pl. VII, fig. 2), et percée un peu plus arrière et longitudinalement chez les uropodes (pl. VII, fig. 2 *p*). Le pénis ne sort de cette ouverture qu'au moment de l'érection, mais on peut le faire saillir par compression comme celui des faucheurs, des hydrachnes et des bdelles ; il se présente alors sous forme d'un cylindre blanc allongé, long comme un palpe maxillaire, et se terminant presque en pointe. Les mâles, dans le temps de l'accouplement, ont quelquefois le testicule tellement gonflé par la grande quantité de spermatozoïdes qu'il contient, qu'il en vient à remplir presque l'abdomen. Ces spermatozoïdes ont la forme de petits helminthes courts, arrondis à une extrémité et pointus à l'autre ; ceux du mâle du gamase des champignons ont une longueur de $0^{mm},010$ à $0^{mm},070$ (pl. VIII, fig. 2 D).

La femelle a un ovaire unique, aussi sacciforme, qui remplit la plus grande partie de l'abdomen pendant la période de la gestation ; on voit toujours un, deux ou trois ovules en voie de développement, mais encore très-petits, à côté d'un gros œuf qui a le tiers de la longueur du corps de l'acarien, et dans lequel on distingue très-souvent les linéaments de l'embryon et même sa forme parfaite, car les Gamasidés sont ovovivipares, à l'exception des dermanysses et des uropodes qui sont ovipares. L'embryon que l'on trouve complétement développé dans l'abdomen des femelles a toujours le rostre dirigé du côté opposé à celui de sa mère et il vient au monde le postérieur le premier. Cet

embryon est hexapode chez les gamases (pl. VIII, fig. 1), et octopode chez les ptéroptes (pl. VIII, fig. 4) ; celui qui sort de l'œuf après la ponte des dermanysses et des uropodes est hexapode. L'ouverture nécessaire pour la sortie de l'œuf ou de l'embryon, qui sont énormes, est forcément très-grande et occupe la plus grande partie de la surface sternale ; elle est triangulo-ovalaire chez les uropodes (pl. VII, fig. 3 V), et franchement triangulaire dans les autres genres ; elle se ferme par un clapet unique à charnière postérieure chez les uropodes et les ptéroptes ; par deux clapets agencés, comme les couvercles d'un diptyque, chez les femelles des trois premiers sous-genres de gamases ; enfin, par une membrane froncée chez les petits gamases du dernier sous-genre, et chez les dermanysses.

L'accouplement chez les Gamasidés, comme chez tous les acariens que nous avons observés, ne se fait pas par cette vulve d'accouchement qui n'existe pas encore lors de l'accouplement, mais bien par l'anus. Ce n'est pas la grande femelle adulte ovigère qui reçoit le mâle mais bien une jeune femelle ayant encore la livrée de la nymphe et ne présentant encore aucune trace d'organes sexuels. Ce n'est qu'après sa fécondation et après une mue qui sera la dernière que l'oviscapte ou la vulve d'accouchement apparaît nettement en même temps que les ovules fécondés.

7. Mues, phases de développement et mœurs.

Pendant la première période de leur existence, bien qu'ils aient déjà la physionomie générale de l'espèce à laquelle ils appartiennent, entre autres le même rostre que leurs parents, les jeunes acariens portent le nom de *larves*. Les Gamasidés présentent donc des *larves hexapodes* (uropodes, gamases, dermanysses) et des larves octopodes (ptéroptes). Ces larves sont blanches jaunâtres et ont les téguments entièrement mous, sauf aux pattes où les articles sont déjà distincts et fermes. Les pattes, bien que grosses, courtes et lourdes, sont complètes, c'est-à-dire ont le même nombre d'articles que celles des individus adultes, et sont armées des mêmes crochets et de la même caroncule. Le

corps, aussi bien que les pattes, porte soit de longs poils, soit des épines qui ont quelquefois des formes bizarres qui ne se montrent plus aux autres âges : ainsi, tandis que sur le corps de la larve du *Gamasus spæleus* on constate la présence de soies en forme de T, c'est-à-dire à deux pointes effilées opposées à insertion médiane, les membres en présentent d'autres courtes, rameuses, ressemblant à de petits bois de cerf.

La phase de larve hexapode n'est pas longue chez les Gamasidés qui la présentent ; elle est promptement suivie d'une deuxième forme à huit pattes, mais aussi molle et guère plus grande que la précédente. Le phénomène à la suite duquel le petit Gamasidé contracte une quatrième paire de pattes, et successivement une plus grande taille, et enfin les attributs de l'âge adulte, et qu'on appelle *mue*, n'est pas un simple changement de peau : c'est la formation complète d'un nouvel individu sous les téguments de l'autre ; la preuve c'est que toutes les pièces dures comme les crochets des pattes, les poils, tous les organes constitutifs du rostre, se renouvellent. Il y a, ainsi que nous l'avons démontré dans un mémoire spécial à l'Académie des sciences (1), liquéfaction de tous les organes internes, formation d'un nouvel œuf qui se segmente, bourgeonne, donne naissance à de nouveaux membres, de nouveaux organes tout à fait indépendants des premiers, si bien que ce travail s'opère souvent hors de leur cavité. Nous possédons des préparations où ces faits se constatent avec toute l'évidence désirable.

Dans les mues des gamases, l'ancienne enveloppe ne se conserve pas entière, fendue seulement dans le dos comme chez les sarcoptides ; elle donne la liberté au nouvel être qu'elle renferme en tombant par éclats comme l'écorce des platanes. Les dermanysses seuls font exception à cette règle, car on trouve dans leurs réduits d'assez grands lambeaux de leurs anciennes enveloppes tégumentaires.

Ce n'est qu'après une deuxième mue que les traces de plastrons apparaissent sur le dos et sous le thorax de l'animal qui est alors

(1) Mégnin, *Note sur les métamorphoses des acariens*, in *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 8 juin 1874.

une *nymphe*, et il est à remarquer qu'à cet âge, tout en ayant encore les téguments très-clairs et peu épais, elle est énorme comme taille, et dépasse même dans certains cas la taille des individus adultes, qui sera la sienne après la troisième mue ; c'est ce qui se voit chez les nymphes des gamases du troisième sous-genre. La progression est moins heurtée, plus régulière chez les autres gamases, chez les uropodes, les dermanysses et les ptéroptes.

Enfin, après la troisième mue apparaît l'âge adulte pour le mâle, et l'âge nubile pour la femelle qui devra encore subir une mue pour être tout à fait adulte, c'est-à-dire ovigère. A l'âge nubile on voit déjà chez la jeune femelle les linéaments de l'organe d'accouchement qui apparaît comme à travers un voile ; en effet, ce voile se déchire bientôt et tombe en même temps que le plastron dorsal en deux parties, ce qui indique un état encore imparfait chez les gamases du troisième sous-genre. La femelle est alors complétement adulte.

Ce sont les nymphes et les jeunes femelles fécondées ou ovigères qui, chez les gamases et les uropodes, sont prises du besoin irrésistible de se déplacer et de voyager au loin, et qui, pour le satisfaire, s'attachent aux insectes orduriers, aux staphylins, aux hyménoptères velus, etc., etc., sur lesquels on les trouve si fréquemment, mais toujours sans jamais être accompagnées de larves ou de mâles. Elles obéissent évidemment à une loi de la nature qui opère par ce moyen la dissémination et la conservation de l'espèce.

Ce sont les bourdons et les xylocopes qui généralement transportent les nymphes du gamase des mousses et du gamase des champignons, comme ce sont les géotrupes et les bousiers qui transportent celles du *Gamasus copromorgus* et du *Gamasus hortorum ;* mais ces choix sont loin d'être invariables, car il nous est arrivé souvent aussi de constater les choix inverses, de même qu'il nous est arrivé aussi de rencontrer les nymphes de plusieurs espèces de gamases réunies sur le même insecte et mêlées sans ordre et sans choix de régions spéciales.

Nous avons déjà dit que les gamases adhèrent aux téguments

lisses des insectes qui les portent au moyen des caroncules dont leurs tarses sont munis, et surtout au moyen de leurs mandibules avec lesquelles ils saisissent les poils du corselet; nous possédons une nymphe de *Gamasus gigas*, recueillie sur un *Ateuchus sacré* du Maroc, qui a encore dans les pinces de ses mandibules des poils de son hôte, qu'il a fallu arracher pour l'en détacher quoiqu'il fût mort.

Les nymphes d'uropodes, n'ayant pas de pinces effectives à leurs mandibules comme les gamases, la nature leur a donné un moyen d'adhérence tout spécial pour y suppléer: c'est, comme nous l'avons déjà dit, une ventouse impaire, entourant l'anus, à laquelle aboutissent des tubes à parois contractiles pouvant faire le vide. Nous avons rencontré des nymphes d'uropodes adhérant à des staphylins par cette ventouse, absolument comme les hypopes des tyroglyphes adhèrent par leur groupe de ventouses abdominales aux petits insectes ou aux acariens plus grands qu'eux qui les portent. Les nymphes d'uropodes muent souvent dans cette position, mais avant elles laissent écouler un produit de déjection tout spécial, une sorte de méconium qui se concrète, s'étire, et forme alors ce *pied*, ce *pédoncule* à cassure résineuse qui a valu à l'animalcule son nom générique d'*Uropoda* (οὐρά, queue, πούς, pied), et son nom spécifique de *végétant* parce qu'il semble végéter au moyen de ce pédoncule aux dépens de l'insecte auquel il est ainsi uni (1).

Les uropodes et les gamases ne sont donc pas de vrais parasites puisque leur hôte n'est pour eux qu'un véhicule, et cela pendant une partie seulement, et une partie très-courte, de leur vie de nymphe femelle. Que trouveraient-ils, en effet, pour subsister sur les insectes à téguments coriaces sur lesquels on les trouve? On a dit qu'ils les piquaient aux articulations où le tégument est membraneux, mais nous avons vérifié maintes fois l'inexactitude de cette assertion. Ils s'alimentent ailleurs des produits liquides de la décomposition des végétaux morts ou des excréments de quadrupèdes ou d'oiseaux; c'est pourquoi on ren-

(1) Les anciens auteurs croyaient même qu'il se nourrissait par ce pied aux dépens de l'insecte qui le portait.

contre à tous les âges les différentes espèces d'uropodes dans le fumier desséché, ou dans le sable des forêts et sous les mousses en compagnie des *Gamasus musci*, *G. lagenarius*, *G. rotundatus;* le *Gamasus copromorgus* dans les bouses ; le *Gamasus spæleus*, sur le guano de chauves-souris dans les grottes, ou sur le guano de rats dans les caves, en compagnie du *Gamasus cellaris ;* le *Gamasus fenilis*, en quantités quelquefois innombrables dans le vieux foin altéré, moisi, en compagnie de nombreux tyroglyphes, glyciphages, cheylètes, etc. ; le *Gamasus nanus*, en colonies nombreuses dans le terreau en formation dans les creux des arbres morts ; le *Gamasus fungorum*, sur les champignons, dans les amas de feuilles mortes, etc., etc. Le *Gamasus viridis* commence à faire exception à la règle posée ci-dessus : il ne se contente plus de sucs de végétaux morts, il pompe le suc de végétaux vivants par les piqûres qu'il fait aux feuilles vertes. Enfin, le *Gamasus pteroptoides*, seul de toutes les espèces des deux premiers genres est un vrai parasite, car il vit en colonies complètes où tous les âges sont représentés, et d'une manière permanente, sur les petits quadrupèdes à vie souterraine, comme les taupes, les mulots, etc. de la même façon que les ptéroptes vivent sur les chauves-souris ; cette raison et une certaine analogie de physionomie les avaient fait confondre jusqu'à présent avec ces derniers, mais anatomiquement il n'est par possible de les distraire des gamases (1).

(1) Nous avons trouvé sur la pipistrelle, mais à l'état de nymphe seulement, — ce qui nous porte à penser que les adultes et les larves vivent dans les bauges ou les grottes qui servent de refuge à ces petites chauves-souris,— de petits gamases parasites ayant la physionomie des dermanysses, avec lesquels on les a confondus, mais appartenant bien aux gamases par leurs mandibules à pinces simples non dentées : leurs péritrèmes tubulaires étaient très-courts comme ceux du dermanysse de l'hirondelle, et leurs téguments finement striés occupaient une surface triple de celle des plastrons, qu'on ne distinguait que par l'absence des stries ; ces téguments et ces plastrons très-transparents laissaient très-apparents les organes digestifs en forme de lyre, comme ceux des dermanysses, et remplis aussi de matière brune. Ces gamases doivent former une espèce voisine du *Gamasus pteroptoides* et établissent le passage du quatrième sous-genre des gamases avec le genre dermanysse Nous ne la décrivons pas encore ni ne la classons parce que nous ne connaissons pas encore l'état parfait. Les nymphes que nous avons récoltées en grande abondance mesuraient : long., $0^{mm},48$; lat., $0^{mm},23$.

Les dermanysses sont aussi de vrais parasites, mais ils ne hantent leurs victimes que la nuit, et juste le temps de se repaître, mais assez pour les tourmenter beaucoup, car on a vu des poulets mourir d'épuisement par leur fait, et des chevaux contracter de graves maladies de peau sous leur action répétée. Les dermanysses peuvent cependant jeûner très-longtemps, ou se contenter des produits humides du guano des poulaillers; nous avons pu ainsi conserver une colonie de ces acariens au fond d'un flacon pendant huit à dix mois; ils étaient devenus tout blancs, comme des tyroglyphes avec lesquels on pouvait les confondre à première vue.

Les ptéroptes vivent à la manière des poux dans les replis des ailes membraneuses des chauves-souris; ce sont donc aussi de vrais parasites qui peuvent épuiser le sujet sur lequel ils vivent en colonies d'autant plus nombreuses qu'il est plus vieux ou plus valétudinaire : nous avons un jour récolté plusieurs centaines de ces parasites sur une vieille sérotine (*Vespertilio serotinus*, Ch. Bonap.), que le manque de forces avait fait tomber à nos pieds et empêchée de s'échapper.

Caractères synoptiques des espèces de la famille des Gamasidés, jusqu'à présent bien déterminées.

I. Genre Uropoda, de Geer (1).

Plastrons dépassant le corps latéralement, intimement soudés, et fournissant des loges pour la rétraction des pattes. Génération ovipare, larves hexapodes.

1. Uropoda vegetans, de Geer, (Pl. VII, fig. 1, 2, 3, 4.)

Corps bombé en dessus, plat en dessous, forme générale ovalaire, à extrémités anguleuses, arrondies; la postérieure, ronde chez la nymphe. Couleur fauve foncée.

On trouve les adultes sur le sol des bois sablonneux pendant l'été, et les nymphes adhérentes aux insectes et en particulier aux staphylins.

(1) Ce sont les nymphes des trois espèces ci-dessous qui ont donné lieu à la création de l'espèce *Uropoda vegetans* de de Geer.

		mm		mm
Femelle	long.	1,25	lat.	0,90
Mâle	id.	1,10	id.	0,80
Nymphe	id.	1,05	id.	0,78

2. **Uropoda scutulata**, Nob.

Corps bombé en dessus, plat en dessous ; forme générale ovo-rhomboïdale, à moitié antérieure, plus large chez les adultes, plus étroite chez les nymphes; épistome formant un angle saillant arrondi. Couleur sanguine foncée chez les femelles ovigères, plus pâle chez les mâles et chez les nymphes.

On trouve les adultes et les larves dans les amas de feuilles mortes en été et en automne, et les nymphes adhérentes à différents coléoptères.

		mm		mm
Femelle	long.	0,70	lat.	0,50
Mâle	id.	0,60	id.	0,45
Nymphe	id.	0,50	id.	0,37

3. **Uropoda truncata**, Nob. (1).

Semblable à l'*Uropoda vegetans* pour la forme, mais avec l'épistome tronqué. Couleur rouge jaunâtre, rutilante chez les adultes, terne et bistrée chez les nymphes.

Les adultes et les larves habitent le fumier décomposé des jardins pendant l'été et l'automne, et les nymphes se rencontrent adhérant à certains insectes, particulièrement les staphylins.

		mm		mm
Femelle.	long.	1,00	lat.	0,85
Mâle....	id.	0,90	id.	0,75
Nymphe.	id.	0,60	id.	0,50
Œuf....	id.	0,30	id.	0,12 (dans l'abdomen de la femelle).

II. Genre Gamasus, Latr.

Plastron ne dépassant pas le corps et ne couvrant pas les pattes ; stigmates s'ouvrant au-dessus et entre les hanches des deux dernières paires de pattes, et se continuant par un péritrème tubulaire venant s'ouvrir à la base du rostre. Génération ovovivipare ; embryon hexapode.

(1) Synonyme : *Notaspis cassideus* (Herm., *Mém*, *apt.*, pl. VI, fig. 2) admise par Koch.

A. Premier sous-genre.

Rostre infère, les palpes dépassant seuls l'épistome. Corps très-épais. Plastrons soudés par leurs bords dans les deux sexes.

1. **Gamasus lagenarius**, Dugès.

Corps globuleux piriforme. Couleur brun rouge foncé chez les adultes; jaunâtre chez les nymphes. Vit dans la mousse des forêts sablonneuses pendant l'été et l'automne.

		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	long.	0,70	lat.	0,50	1re et 4e paire pattes.	0,50	2e et 3e p. p.	0,30
Mâle.....	id.	0,60	id.	0,40	id.	0,50	id.	0,30
Nymphe.....	id.	0,60	id.	0,50	id.	0,50	id.	0,30
Œuf à embryon.	id.	0,25	id.	0,15	(dans l'abdomen de la femelle).			

2. **Gamasus rotundatus**, Dugès. (Pl. VIII, fig. 1).

Corps ovoïde, épais, déprimé de chaque côté de la base de l'épistome. Première paire de pattes, grêle et sans crochets ni caroncule. Corps de couleur brun rouge foncé; pattes plus claires. Vit avec le précédent et sous l'écorce des arbres morts.

		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	long.	0,62	lat.	0,45	1re p. p.	0,40	2e, 3e et 4e p. p.	0,30
Mâle.....	id.	0,55	id.	0,35	id.	0,40	id.	0,30
Nymphe.....	id.	0,60	id.	0,40	id.	0,40	id.	0,30
Œuf à embryon..	id.	0,23	id.	0,15	(dans l'abdomen de la femelle).			

B. Deuxième sous-genre.

Rostre infère, l'extrémité des palpes dépassant seule l'épistome. Corps aplati. Plastrons soudés seulement chez les mâles, unis par une membrane diaphane, extensible chez la femelle à laquelle elle constitue une bordure blanche.

3. **Gamasus musci**, Nob.

Corps plat ovoïde, extrémité antérieure plus étroite, déprimée de chaque côté de la base de l'épistome. Couleur bistre jaunâtre chez les adultes; jaune pâle chez les nymphes. Les adultes et les larves vivent dans les mousses pendant l'été et l'automne et dans les nids de bourdons; les nymphes et les jeunes femelles se trouvent fréquemment sur les bourdons et autres hyménoptères velus.

		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	long.	0,55	lat.	0,40	1re et 4e p. p.	0,50	2e et 3e p. p.	0,35
Mâle.....	id.	0,45	id.	0,25	—	0,50	—	0,35
Nymphe.....	id.	0,55	id.	0,40	—	0,50	—	0,35
Œuf à embryon..	id.	0,20	id.	0,10	(dans l'abdomen de la femelle).			

4. **Gamasus gigas** (Dugès).

Corps plat en dessous, légèrement bombé en dessus, de forme ovoïde allongée, couleur brun orangé. (Nous possédons une femelle trouvée adhérant, par ses mandibules, aux poils du corselet d'un *Ateuchus sacré* du Marec.)

	mm	mm	mm	mm	mm
Femelle.....	long. 2,30	lat. 1,50	1re et 2e p. p. 0,90	3e p. p. 1,40	4e p. p. 1,80
Œuf à embryon....	id. 0,60	id. 0,50 (dans l'abdomen de la femelle)			

C. Troisième sous-genre.

Rostre saillant en avant de l'épistome qui en recouvre seulement la base. Première paire de pattes longue et grêle dans les deux sexes ; deuxième paire très-volumineuse, surtout chez le mâle où elle est en outre munie de gros tubercules coniques, quelquefois épiphysaires (pl. VIII, fig. 2). Aiguillons ou poils des pattes et du thorax souvent barbelés. Nymphes à plastrons étroits, le dorsal divisé en deux segments.

5. **Gamasus fungorum**, Nob. ex Latr. (Pl. VIII fig. 2.)

Corps ovoïde allongé, rétréci antérieurement, plat en dessous, bombé dessus. Couleur générale des adultes brun rouge ; orangé, pâle chez les nymphes.

Les adultes vivent sur les champignons et sur toutes sortes de détritus végétaux. On trouve souvent les nymphes sur des coléoptères ou des hyménoptères velus.

	Long.	Lat.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Femelle.....	1,40	0,90	1re p. p. 1,60	2e p. p. 1,00	3e p. p. 0,90	4e p. p. 1,50 (1)
Mâle.....	1,30	0,80	id. 1,50	id. 1,00	id. 0,80	id. 1,40 (2)
Nymphe.....	1,50	0,90	id. 1,50	id. 1,10	id. 1,10	id. 1,70 (3)
Œuf à embryon....	0,45	0,30 (dans l'abdomen de la femelle).				

6. **Gamasus speleus**, Nob.

Corps tétragonoïde, comme écailleux, plat en dessous, légèrement bombé en dessus ; la base de l'épistome indiquée par des dépressions latérales ; tarses des trois dernières paires de pattes coudés. Couleur orangée chez les adultes, jaunâtre pâle chez les

(1) C'est la femelle du *Gamasus fungorum* qui a donné lieu à l'espèce *G. testudinarius* de Dugès.

(2) C'est le mâle de cette même espèce qui a donné lieu au *G. crassipes* de Dugès.

(3) C'est cette nymphe, aussi bien que celles des trois espèces suivantes, qui a donné lieu au *Gamasus coleopteratorum* de Latreille.

nymphes. Vit dans les grottes et les caves sur le guano de chauves-souris et de rats pendant toute l'année.

	Long.	Lat.								
	mm	mm		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	1,65	0,80	1re p. p.	1,60	2e p. p.	1,10	3e p. p.	1,10	4e p. p.	1,80 (1)
Mâle.....	1,50	0,70	id.	1,40	id.	1,00	id.	0,90	id.	1,40
Nymphe.....	1,50	0,90	id.	1,50	id.	1,10	id.	1,10	id.	1,70

7. **Gamasus cellaris**, Nob. ex Dugès.

Formes et couleur de l'espèce précédente dont elle ne diffère que par sa taille plus petite et par ses tarses qui sont tous droits. Elle habite la poussière des caves en compagnie de la précédente.

	Long.	Lat.								
	mm	mm		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	1,40	0,80	1re p.p.	1,40	2e et 3e	p. p.	1,00	4e p. p.	1,60	(2)
Mâle.....	1,20	0,60	id.	1,30	id.		0,90	id.	1,50	
Nymphe.....	1,30	0,80	id.	1,40	id.		1,00	id.	1,70	
Œuf à embryon.....	0,50	0,40 (dans l'abdomen de la femelle).								

8. **Gamasus horticola**, Nob. ex Koch.

Corps ovoïde à petite extrémité antérieure. Couleur bistre foncée, presque noire chez les adultes, plus pâle chez les nymphes. Les adultes et les larves habitent les plates-bandes de jardins en friche, ou sous les mottes de fumier ; les nymphes et les jeunes femelles se rencontrent en grand nombre sur les géotrupes et les bousiers.

	Long.	Lat.								
	mm	mm		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	1,70	0,90	1re p. p.	1,70	2e et 3e	p. p.	1,10	4e p. p.	1,50	
Mâle.....	1,50	0,70	id.	1,30	id.		1,00	id.	1,40	
Nymphe.....	1,70	0,80	id.	1,70	id.		1,10	id.	1,50	
Œuf à embryon.....	0,625	0,45 (dans l'abdomen de la femelle).								

9. **Gamasus copromorgus**, Nob.

Corps ovoïde presque plat. Première paire de pattes, à extrémité des tarses arrondis, velus, sans caroncule ni crochets. Couleurbrun orangé.

Les adultes et les larves vivent dans les bouses ; les nymphes et les jeunes femelles se rencontrent en grand nombre sur les coléoptères orduriers en compagnie de celles de l'espèce précédente (1).

(1) C'est cette femelle qui a donné lieu au *Gamasus tetragonoides* de Dugès.

(2) C'est cette femelle qui a donné lieu à l'espèce *G. cellaris*, son mâle étant un *G. crassipes*,

(3) C'est cette femelle qui a particulièrement donné lieu au *gamase bordé*, bien que les caractères de cette prétendue espèce se retrouvent sur toutes les femelles des trois derniers sous-genres des gamases.

	Long.	Lat.								
	mm	mm		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	0,75	0,40	1re p. p.	0,45	2e p. p.	0,40	3e p. p.	0,40	4e p. p.	0,70
Mâle.....	0,70	0,35	id.	0,45	id.	0,40	id.	0,40	id.	0,70
Nymphe.....	0,75	0,45	id.	0,45	id.	0,40	id.	0,40	id.	0,70
Œuf à embryon.....	0,25	0,20 (dans l'abdomen de la femelle).								

D. Quatrième sous-genre.

Rostre entièrement découvert; plastron inférieur très-réduit dans les deux sexes et uni au plastron supérieur qui recouvre toujours toute la face supérieure, par un tégument membraneux. Pattes toutes du même volume et généralement peu différentes de longueur dans les deux sexes.

10. Gamasus fenilis, Nob.

(Il y a deux variétés de cette espèce qui ne diffèrent que par les dimensions: la petite est inférieure d'un tiers en tous sens à la grande).

Corps très-plat, de forme ovalaire, oviducte plissé; couleur jaune pâle.

Pullule dans les vieux fourrages altérés, pulvérulents et moisis.

	Long.	Lat.								
	mm	mm		mm		mm		mm		mm
Femelle (grande variété)....	0,60	0,40	1re p. p.	0,40	2e et 3e p. p.			0,30	4e p. p.	0,50
Mâle —	0,50	0,25	id.	0,40	id.			0,30	id.	0,50
Nymphe —	0,50	0,30	id.	0,40	id.			0,30	id.	0,50

11. Gamasus nanus, Nob.

Ressemble beaucoup à la petite variété de la précédente pour la forme et les dimensions; s'en distingue par des pattes plus grandes, la première paire plus grêle et la deuxième plus grosse; le plastron inférieur plus grand et mieux marqué; l'oviducte à clapets, comme dans les femelles des précédents sous-genres, et la couleur d'un orangé plus foncé.

On la trouve pendant l'été dans la matière pulvérulente des trous dans les arbres morts ou creux, en sociétés complètes où tous les âges sont représentés.

	Long.	Lat.								
	mm	mm		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	0,65	0,40	1re p. p.	0,70	2e p. p.	0,45	3e p. p.	0,40	4e p. p.	0,70
Mâle.....	0,50	0,25	id.	0,70	id.	0,45	id.	0,40	id.	0,70
Nymphe.....	0,65	0,45	id.	0,70	id.	0,45	id.	0,40	id.	0,70
Œuf à embryon.....	0,22	0,15 (dans l'abdomen de la femelle).								

12. **Gamasus viridis**, Nob.

Corps ovoïde, allongé, aplati de dessus en dessous. Couleur vert tendre. Se trouve sur les feuilles de tilleul, de coudrier et d'un grand nombre d'autres arbres, en compagnie de tétraniques pendant l'été et l'automne.

	Long.	Lat.						
	mm	mm		mm		mm		mm
Femelle	0,45	0,27	1re p. p.	0,35	2e et 3e p. p.	0,28	4e p. p.	0,33
Mâle	0,40	0,20	id.	0,35	id.	0,28	id.	0,33
Nymphe	0,45	0,25	id.	0,30	id.	0,25	id.	0,28

13. **Gamasus pteroptoides**, Nob. (1).

Corps trapu aplati de dessus en dessous en forme d'ove, rétréci en arrière; griffes et caroncules des tarses plus grandes que dans toutes les espèces précédentes. Couleur bistre foncée. Nymphes à péritrème court.

Vit en colonies permanentes et complètes au fond des poils de petits quadrupèdes, à vie souterraine, comme les taupes et les mulots.

	Long.	Lat.						
	mm	mm		mm		mm		mm
Femelle	0,55	0,35	1re p. p.	0,35	2e et 3e p. p.	0,28	4e p. p.	0,32
Mâle	0,45	0,30	id.	0,35	id.	0,28	id.	0,35
Œuf à embryon	0,25	0,20 (dans l'abdomen de la femelle).						

III. Genre Dermanyssus, Dugès.

Téguments mous, finement striés, à l'exception de deux petits plastrons très-transparents, un inférieur et un supérieur. Mandibules transformées en un long et mince stylet chez la femelle, et en une dague lancéolée articulée chez le mâle. Génération ovipare. Larves hexapodes.

1. **Dermanyssus gallinæ**, de Geer.

Corps ovopiriforme, à grosse extrémité postérieure, un peu aplati de dessus en dessous; de couleur blanc jaunâtre à jeun, rouge-sang lorsque l'animalcule est repu, avec un dessin noir en forme de lyre qui n'est autre que le tube intestinal qu'on voit par transparence.

(1) Synonyme : *Dermanyssus musculi* et *D. carnifex* (Koch); *Pteroptus*, (auteurs divers).

Animalcule noctambule qui reste tapi dans les fissures ou anfractuosités des poulaillers ou des colombiers pendant le jour, et se répand sur les volatiles ou autres animaux du voisinage pendant la nuit pour se repaître de leur sang.

	Long.	Lat.						
	mm	mm		mm		mm		mm
Femelle	0,70	0,40	1re p. p.	0,45	2e et 3e p. p.	0,35	4e p. p.	0,40
Mâle	0,60	0,32	id.	0,45	id.	0,35	id.	0,40
Nymphe	0,40	0,18	id.	0,28	id.	0,20	id.	0,23
Œuf pondu	0,25	0,15						

2. **Dermanyssus hirundinis**, de Geer.

Diffère de la première espèce par ses dimensions qui sont doublées, par son péritrème tubulaire très-court et par sa couleur brun violacé.

Habite les nids d'hirondelles, même après le départ de leurs hôtes.

	Long.	Lat.						
	mm	mm		mm		mm		mm
Femelle	1,40	0,95	1re p. p.	0,70	2e et 3e p. p.	0,55	4e p. p.	0,70
Mâle	1,20	0,64	id.	0,70	id.	0,55	id.	0,70
Œuf	0,50	0,30						

3. **Dermanyssus avium**, de Geer.

Tient le milieu entre les deux espèces précédentes pour les dimensions et pour les caractères de son péritrème. Couleur grisâtre à tache lyriforme noire.

Habite les cannes creuses qui servent de perchoir dans les cages des petits oiseaux ; se répand sur eux pendant la nuit.

	Long.	Lat.						
	mm	mm		mm		mm		mm
Femelle	1,00	0,65	1re p. p.	0,55	2e et 3e p. p.	0,40	4e p. p.	0,45
Mâle	0,80	0,45	id.	0,55	id.	0,40	id.	0,45
Œuf	0,35	0,20						

IV. Genre Pteroptus, L. Dufour.

Rostre très-petit. Pattes énormes réparties en deux groupes, un antérieur et un postérieur, terminées par d'énormes crochets et une grande caroncule. Péritrème des stigmates contournant la troisième hanche et s'arrêtant entre les deux groupes de pattes. Génération ovovivipare à embryon octopode.

1. **Pteroptus vespertilionis**, L. Duf.

Corps rhomboïdal à extrémité postérieure très-étroite chez

le mâle, large et arrondie chez la femelle. Soies longues, fortes et fournies sur les membres des deux sexes et au bord abdominal de la femelle. Couleur brun jaunâtre sale.

Vit en colonies complètes dans les plis des ailes membraneuses des chauves-souris.

	Long.	Lat.								
	mm	mm		mm		mm		mm		mm
Femelle.....	1,50	1,10	1re p. p.	1,10	2e p. p.	1,05	3e p. p.	1,00	4e p. p.	1,00
Mâle.....	0,90	0,70	id.	1,05	id.	1,00	id.	0,95	id.	1,00
Embryon naissant..	0,65	0,50	pattes	0,58						

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE VII.

Fig. 1. Nymphe de l'*Uropoda vegetans* (de Geer), au grossissement de 50 diamètres.

Fig. 2. Carcasse d'un mâle du même, au grossissement de 40 diamètres, montrant en :

cs. Le camérostome.
m. L'insertion d'un membre.
s. Un stigmate.
ta. Le péritrème tubulaire sinueux.
p. L'ouverture sexuelle mâle.
a. L'anus.

Fig. 3. Une femelle du même, au grossissement de 40 diamètres, montrant en :

v. L'ouverture sexuelle femelle.

Fig. 4. Une nymphe du même, vue de profil, montrant en :

pl. Un des grands palpes labiaux.
ta. L'ouverture de l'extrémité du péritrème tubulaire.

Fig. 5. Le rostre et les organes de la bouche du même au grossissement de 100 diamètres.

mx, *mx*. Les deux maxilles soudés.
gg. Les deux *galea*.
pm, *pm*. Les palpes maxillaires.
l. La languette.
mm. Les mandibules.
mt. Le menton.
lv. *lv*. Les deux pièces symétriques de la lèvre.
pl. Un des deux grands palpes labiaux.
m La lèvre sternale.
st L'extrémité antérieure du sternum.

Fig. 6. Une mandibule au grossissement de 100 diamètres.

Fig. 7. La languette au même grossissement.

Fig. 8. Une des vraies pattes: *h*, la hanche; *tr*, le trochanter; *f*, la cuisse; *g*, le genou; *ti*, la jambe; *ta*, le tarse.

PLANCHE VIII.

Fig. 1. Un *Gamasus musci* (Mégnin) (1), femelle au grossissement de 75 diamètres (elle montre dans son abdomen, par transparence, un œuf avec un embryon hexapode presque complétement développé).

A. Mandibule du mâle.

B. Mandibule de la femelle.

Fig. 2. Un *Gamasus fungorum* (Mégn. ex Latr.), mâle au grossissement de 40 diamètres, montrant en:

p. L'organe sexuel mâle.

ss. Les deux stigmates auxquels aboutissent les deux arbres trachéens, et d'où émergent les deux péritrèmes.

A. Mandibule de femelle, grossissement 100 diamètres.

B. Mandibule du mâle, id.

C. Tube rostral débarrassé des *galea*, des palpes et des mandibules.

D. Deux spermatozoïdes de tailles différentes, grossissement 400 diamètres.

Fig. 3. Un *Dermanyssus gallinæ* (de Geer), femelle au grossissement de 75 diamètres (cette figure montre, par transparence, la disposition de l'appareil digestif).

A. Mandibule du mâle; grossissement de 100 diamètres.

Fig. 4. Un *Pteroptus vespertilonis* (Dufour), femelle, grossissement de 35 diamètres, montrant, par transparence, la disposition de l'appareil digestif qui envoie un cæcum dans chaque patte, et par transparence aussi un embryon octopode contenu dans l'abdomen.

v. Écusson recouvrant l'ouverture de l'organe d'accouchement.

A. Extrémité d'une mandibule de femelle, grossissment de 100 diamètres.

B. Mandibule du mâle au grossissement de 100 diamètres.

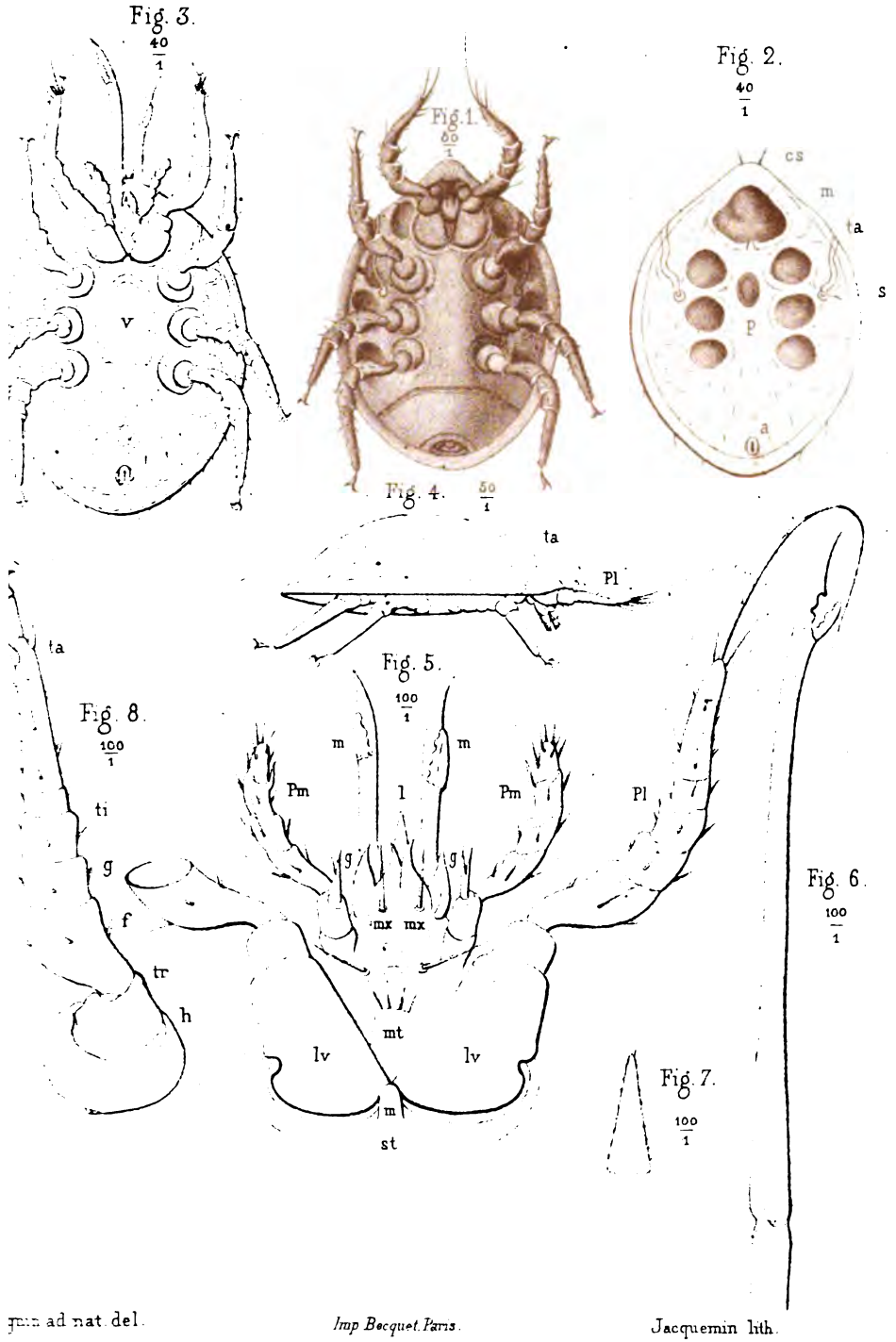
C. Coupe longitudinale et transversale d'un péritrème au grossissement de 100 diamètres.

(1) La légende de la planche VIII porte à tort pour la fig. 1 le nom de *Gamasus rotundatus* (Dugès); c'est *Gamasus musci* (Mégnin) qu'il faut lire. Le dessinateur lithographe a aussi oublié les petits crochets des pattes antérieures de cette même figure, ainsi que les poils des palpes maxillaires de la fig. 2.

Le propriétaire-gérant

GERMER BAILLIÈRE.

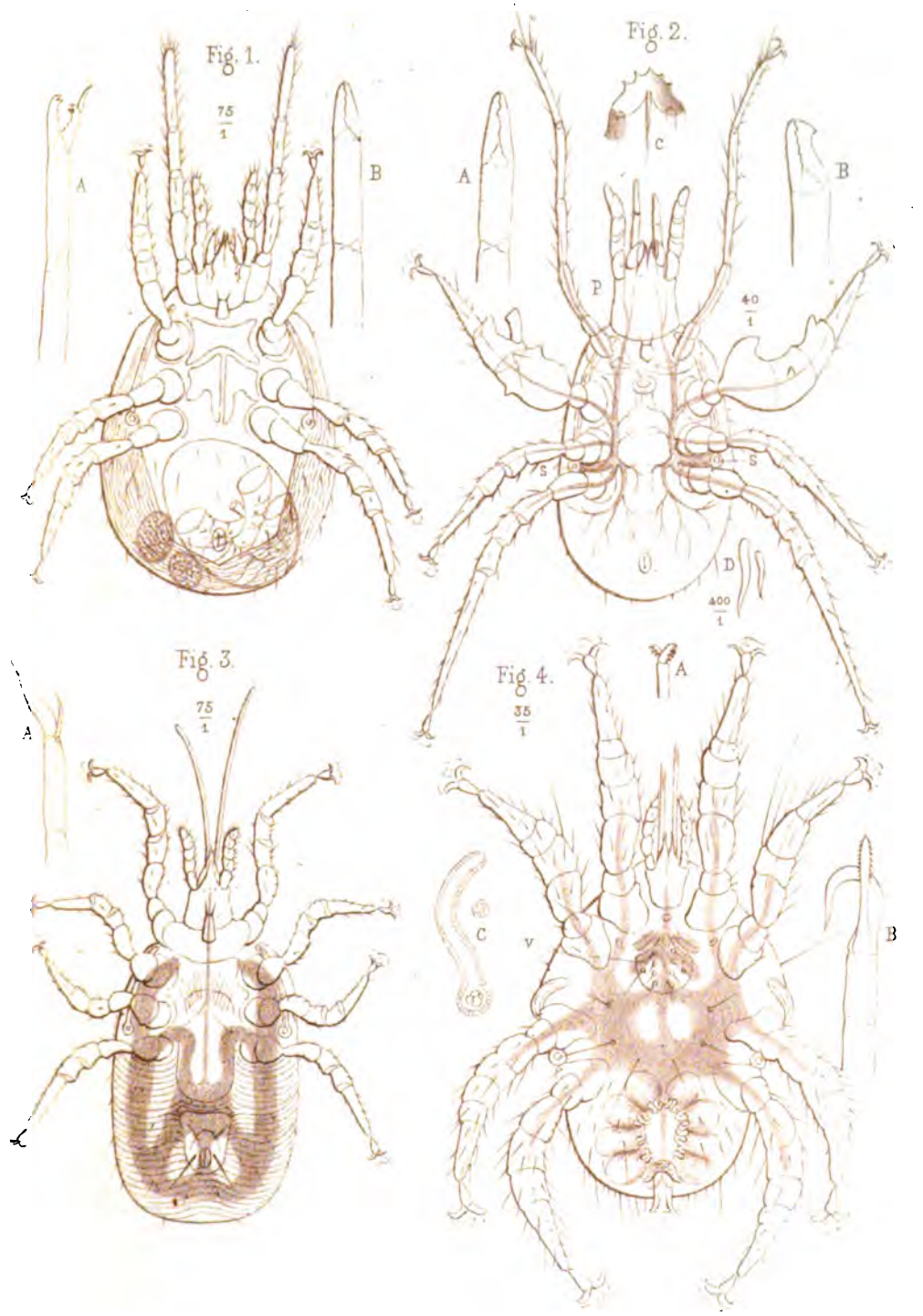
PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2



gnin ad nat del. Imp Becquet Paris. Jacquemin lith.

Uropoda vegetans, (Degeer.)

Germer Bailliere Libraire à Paris.



egnin adnat del. Imp. Becquet, Paris Jacquemin lith.

Gamasus rotundatus, ♀ (Dugès.)
G. ——— fungorum, ♂ (Mégnin ex Latr.)
3. Dermanyssus gallinæ, ♀ (Degeer.)
4. Pteroptus vespertilionis, ♀ (L. Duf.)

Germer Baillière, Libraire à Paris.

MÉMOIRE

SUR

LES AFFECTIONS DE L'APPAREIL DE LA VISION

CHEZ LES OISEAUX

Par le Dr O. LARCHER

Ancien interne et lauréat des hôpitaux de Paris,
Lauréat de l'Institut de France, de la Faculté et de l'Académie de médecine de Paris,
Membre des Sociétés médico-chirurgicale et pathologique de Londres
et de la Société centrale de médecine vétérinaire,
Correspondant de la Société des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, etc.

I. Les affections de l'appareil de la vision, chez les oiseaux, ont à peine été même indiquées dans les divers ouvrages consacrés à l'histoire des maladies des animaux ; et pourtant elles ont été, de la part de plusieurs observateurs, l'objet de remarques que j'ai relevées avec soin et qui, jointes à celles que j'ai pu faire personnellement, me permettront de tracer aujourd'hui une histoire ébauchée du sujet.

II. Je commencerai par les anomalies simples, et, sans insister sur les différences de coloration que présente parfois l'iris chez des oiseaux appartenant à une même espèce (1), non plus que sur les cas observés de persistance de la membrane pupillaire (2), je m'occuperai tout d'abord des anomalies par défaut.

a. L'absence congénitale de l'un des deux yeux et même de tous deux est un fait assez rare. Il en existe néanmoins quelques exemples authentiques (3), offerts même par des oiseaux qui par-

(1) J. Wolf, *Beobachtungen über den Augenbau der Vögel*. (J. H. Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde*, Bd. II, St. I, S. 113-117 ; Weimar, 1800.)

(2) Un cas de ce genre a été rencontré chez un Faucon, par Cortésius (voyez Cl. Aldrovandi, *Ornithologiæ libri XII*, vol. I, p. 226 ; Bononiæ, 1646), et chez un Aigle, par Cl. Perrault (in *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, de 1666 à 1699, vol. III, part. II, p. 299).

(3) Chr. Heusner (*Descriptio monstrorum Avium, Amphibiarum et Piscium, quæ exstant in Museo univ. lit. Berolinensi, eorumque cum monstris Mammalium comparatio ;* Berolini, 1824) cite à tort, comme un exemple de cyclopie, un cas de monopsie latérale, dans lequel le seul œil existant est dévié vers le milieu du front.

vinrent à l'âge adulte. L'examen anatomique permet de reconnaître, en pareils cas, non-seulement l'existence d'une cavité orbitaire assez bien développée et remplie de sérosité ou de tissu cellulaire (1), mais même la présence des organes lacrymaux et aussi celle des paupières, qui sont ordinairement soudées l'une à l'autre, à moins que l'orbite ne se trouve tapissée par une membrane dépourvue de plumes et semblable à une muqueuse (2). Quelquefois aussi il arrive que, lorsque l'un des deux yeux a subi un arrêt dans son développement, l'autre œil, même à une période encore très-peu avancée de la vie embryonnaire, se présente sous un volume exceptionnellement grand, et, en pareil cas, on peut constater en même temps quelque déviation dans la forme, dans la direction (3) ou dans les dimensions (4) de la mandibule supérieure.

b. Quant à la cyclencéphalie, elle paraît être très-rare (5). Dans les divers cas dont nous avons pu trouver la relation, et dans un autre que nous avons eu récemment l'occasion d'examiner (6), la particularité peut-être la plus notable est l'atro-

(1) Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (*Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'Homme et chez les Animaux*, t. I, p. 705 ; Paris, 1832) rapporte avoir observé un fait de ce genre sur un jeune Poulet.

(2) Voyez Weissenborn, *Letter relating to a Pigeon destitute of organs of vision*. (*Proceedings of the Zoological Society of London*, vol. VII, p. 175 ; London, 1839.) L'auteur de la lettre dit que l'oiseau est tout à fait bien portant, et il ajoute, mais sans entrer dans aucun détail, que ce Pigeon présente, dans ses habitudes, plusieurs anomalies curieuses, qui peuvent être rattachées à la difformité de l'appareil de la vision.

(3) Voyez, au musée du Collége royal des Chirurgiens d'Angleterre (*Teratological series*), les pièces inscrites sous les n°s 371 et 372, dont la première est due au professeur B. T. Lowne.

(4) Sur un Poulet, tout récemment éclos, et d'ailleurs bien conformé sous tous les autres rapports, mais atteint d'hydrencéphalocèle, l'œil droit faisait défaut, et, selon la remarque d'Ad. W. Otto (*Monstrorum sexcentorum descriptio anatomica*, n° LXXVII ; Vratislaviæ, 1841), l'œil gauche offrait un développement remarquable, tandis que la mandibule supérieure était plus courte que l'inférieure. — Voyez aussi les spécimens représentés par P. L. Panum. (*Untersuchungen über die Entstehung der Missbildungen, zunächst in den Eiern der Vögel*, Taf. VII, fig. 7 et 12 ; Berlin, 1860.)

(5) Il est, au contraire, assez fréquent d'en rencontrer des exemples chez les monstres doubles, dont nous n'avons pas l'intention de nous occuper ici.

(6) Je dois la possession de cette pièce à l'obligeance de l'un de mes confrères, M. le docteur Meuriot, qui a bien voulu me l'envoyer, en mai 1875.

phie concomitante de la mandibule supérieure : les oiseaux sur lesquels s'observe cette disposition se distinguent, en effet, par là du groupe des monstres connus, en tératologie générale, sous le nom de rhinencéphaliens, dont ils paraissent d'ailleurs se rapprocher par les autres caractères de leur difformité (1). L'observation a porté, dans les divers cas, soit sur le Dindon (2), soit sur le Pigeon (3), soit sur l'Oie (4), soit sur le Poulet (5) ; mais, malheureusement, les descriptions qui en ont été données ne nous les font connaître que d'une manière incomplète. Dans l'un d'entre eux (celui du Pigeon), pourtant, l'oiseau, récemment éclos et d'ailleurs bien conformé sous tous les autres rapports, était considérablement défiguré par l'absence de la mandibule supérieure. La portion crânienne de la tête est trop petite et aplatie, et, dans le milieu de sa portion antérieure, on trouve une cavité orbitaire unique, qui contient un seul œil, doué d'un grand volume et comme formé de la fusion de deux yeux. Il existe, en effet, deux bulbes oculaires, comme aplatis latéralement, enveloppés d'une seule et même conjonctive et recouverts de trois paupières étroites, dont l'inférieure est la plus grande. L'œil lui-même, légèrement divisé par un sillon perpendiculaire à sa surface, présente à la fois deux cornées, deux pupilles et deux lentilles cristallines. Au milieu du front et au-dessus de l'œil se montre une trompe cylindrique, imperforée, et assez longue pour les petites dimensions de l'oiseau. On voit, d'autre part, au-dessous de l'œil, une saillie arrondie qui renferme indubitablement les vestiges de la mandibule supérieure absente ; et, quant

(1) Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (*loc. cit.*, t. II, p. 412) a signalé depuis longtemps cette particularité remarquable.

(2) Ger. Sandifort, *Museum anatomicum Academiæ Lugduno-Batavæ*, vol. II, p. 305 ; Lugduni Batavorum.

(3) Ad. W. Otto, *Monstrum Columbinum cyclopicum* (*op. cit.*, p. 110, Taf. II, fig. 4 ; Vratislaviæ, 1841).

(4) E. Huschke, *Ueber die erste Entwickelung des Auges und die damit zusammenhäng. Cyclopie* (J. F. Meckel's *Archiv für Anatomie und Physiologie*, Bd. VI, S. 47 ; Leipzig, 1832).

(5) Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (*loc. cit.*, t. II, p. 401), dans la note où il est question de ce jeune Poulet, dit que « la mandibule supérieure était de forme à peu près normale, mais très-courte, et que l'inférieure, beaucoup plus longue et difforme, était déjetée à gauche. »

à la langue et à la mandibule inférieure, elles sont normalement conformées, ainsi que l'orifice de chaque oreille (1).

Chez un jeune Poulet à peine éclos, que nous avons examiné l'an passé, et auquel nous avons déjà fait allusion précédemment, nous avons constaté des dispositions semblables à celles que nous venons d'énumérer, et, de plus, une dissection attentive nous a permis de reconnaître que l'encéphale était beaucoup plus petit que chez les animaux de la même espèce, observés au même âge. Chacune de ses parties constituantes était, en effet, très-peu développée; les lobes optiques, en particulier, étant tout à fait rudimentaires, et les lobes olfactifs absolument méconnaissables.

III. Les altérations pathologiques de l'appareil de la vision, dont quelques-unes peuvent à juste titre être considérées au nombre des affections les plus communes (2), portent tantôt sur des portions isolées de cet appareil, et tantôt sur l'ensemble des parties qui le constituent.

A. La cornée, par exemple, est parfois le siége d'opacités, qui surviennent indépendamment de toute altération préalable des membranes tégumentaires de l'œil, soit à la suite d'un traumatisme, soit sous l'influence d'un régime débilitant et du séjour prolongé dans une retraite humide. Dans ces dernières conditions, l'opacité est la conséquence la moins défavorable de l'existence antérieure de petites collections d'un liquide puriforme, véritables abcès qui se développent sur des points divers de la cornée, et qui peuvent souvent guérir d'eux-mêmes sans laisser d'autres traces. Quant aux opacités d'origine traumatique, elles sont en réalité beaucoup moins souvent observées, et, de fait, les traumatismes de la cornée, que l'on pourrait s'attendre à voir se produire surtout chez les Rapaces, dont l'œil est plus spécialement exposé par la nature des mœurs de ces oiseaux, paraissent être

(1) L'auteur de l'observation, pour ne pas altérer par la dissection une pièce qu'il considère comme très-rare dans les collections, a négligé volontairement de rechercher quelles pouvaient être les particularités offertes par la partie postérieure de l'œil, ainsi que par ses muscles, ses nerfs et ses appareils glandulaires.

(2) Voyez H. Hertwig, *Beiträge zu den Krankheiten der Vögel* (*Magazin für die gesammte Thierheilkunde*, Bd. XV, S. 93 ; Berlin, 1849).

eux-mêmes infiniment rares (1), même chez ceux à qui d'étroites demeures permettent d'échapper, moins facilement qu'en liberté, aux chances défavorables des luttes.

B. La cataracte, le plus souvent lenticulaire (2), dont l'existence a été signalée depuis longtemps (3), et dont des exemples ont été recueillis chez des oiseaux appartenant à des ordres différents (4), se rencontre assez souvent chez les sujets depuis longtemps tenus en cage (Pinsons, Chardonnerets, Fauvettes, Alouettes), et, quoiqu'on la rencontre aussi quelquefois chez les Poules et parfois même chez la Perdrix (5), chez le Dindon et chez l'Oie (6), elle paraît pourtant être assez rare chez les oiseaux domestiques. Dans la plupart des cas, elle s'observe sur des oiseaux déjà très-âgés, et, comme elle est rarement complète, il est rare aussi qu'elle gêne assez l'animal pour l'empêcher de trouver sa subsistance. Mais, en revanche, il arrive quelquefois que le cristallin devient assez rapidement opaque, sans cause appréciable, chez des animaux d'ailleurs abondamment nourris et peut-être trop complétement enfermés (7). Enfin, comme cela avait lieu dans un cas que j'ai observé et où l'altération avait manifestement débuté par l'enveloppe du cristallin, la cataracte peut aussi être le résultat d'un traumatisme, notamment à la suite d'un coup de bec, porté sur l'œil.

(1) Edw. Crisp, dans une *Note on specimens of Cataract and Opacities of the Cornea in the lower Animals* (*Transactions of the Pathological Society of London*, vol. XXII, p. 350 ; London, 1871), a fait, de son côté, une remarque semblable à celle que nous venons d'exprimer, et il attribue, sans doute avec raison, ce résultat inattendu aux avantages que donnent à l'animal l'existence et le jeu de la membrane clignotante.

(2) Cette remarque a été faite surtout par Hertwig (*loc. cit.*, p. 96).

(3) Voyez Ul. Aldrovandi, *loc. cit.*, vol. I, p. 451, et E. F. Gurlt, *Beiträge zur pathologischen Anatomie der Hausvögel* (*Magazin für die gesammte Thierheilkunde*, Bd. XV, S. 83; Berlin, 1849).

(4) Chez les Échassiers, Edw. Crisp en a constaté un exemple appartenant à un Héron.

(5) Voyez G. B. Ercolani, *Delle Malattie degli Uccelli domestici* (*Il Medico Veterinario*), 2da serie, vol. I, p. 478; Torino, 1860.

(6) Voyez Edw. Crisp, *loc. cit.*

(7) Deux fois, chez des Poules qui, depuis trois à quatre semaines, étaient enfermées et nourries abondamment d'orge et de pois, Hertvig a vu la cataracte se développer rapidement, en dehors de toute coïncidence avec une autre altération quelconque, actuelle ou antérieure, de l'appareil de la vision.

C. Parmi les affections dont le siége n'est pas toujours nettement délimité, mais qui restent toutefois bornées au globe de l'œil, il convient de citer certaines tumeurs, dont les unes sont de nature kystique (1), tandis que les autres présentent l'apparence de la matière encéphaloïde ramollie (2).

D. Enfin, on sait que l'appareil oculaire peut aussi se trouver envahi par certains parasites, dont les uns ne franchissent pas les limites de la chambre palpébrale, tandis que les autres établissent leur domicile dans l'intérieur même du globe oculaire.

Parmi les premiers (3) nous citerons : le *Distoma lucipetum*, qui a été trouvé, au Muséum de Vienne, sous la membrane clignotante de divers oiseaux appartenant au genre Goëland (4) ; le *Filaria abbreviata* (5), trouvé chez un Traquet (*Saxicola stapazina*, Temm.) et chez un Aigle tacheté (*Falco nævius*, Gm.) ; un autre parasite du même genre, rencontré chez un *Sylvia abietina* (6), et l'*Ascaris leptoptera* (7), trouvé au-dessous de la conjonctive palpébrale de l'un des deux yeux, chez un Carouge (*Emberiza pecoris*, Wilson). Parmi les seconds, qui, du reste, paraissent n'avoir été que rarement observés, nous citerons le

(1) Edw. Crisp (*Transactions of the pathological Society of London*, vol. XXVI, p. 251 ; London, 1875) rapporte avoir rencontré, chez une Poule âgée de dix-huit mois et d'ailleurs bien portante, une tumeur de ce genre, qui pesait environ 16 grammes, et qui était formée de nombreux kystes contenant un liquide gélatineux. Cette production pathologique datait de dix mois et avait débuté à la face interne de la sclérotique. Elle avait graduellement augmenté de volume, et, ayant atteint finalement les dimensions d'une grosse noix, elle s'étendait le long de la paupière supérieure et obstruait la vue.

(2) Edw. Crisp (*Transactions of the Pathological Society of London*, vol. I, p. 641 ; London, 1849) rapporte avoir observé sur l'un des deux yeux d'un Serin (*Fringilla Canariensis*, Linn.) un cas de ce genre, dans lequel le développement de la tumeur s'était effectué avec rapidité.

(3) L'exemple le plus anciennement connu a été recueilli sur un Faucon par Démétrius Pépagomenos. (Voyez J.-F.-K. Hecker, *Geschichte der Heilkunde*, Bd. II, S. 268 ; Berlin, 1829.)

(4) Voyez F. Dujardin, *Histoire naturelle des Helminthes*, p. 401 ; Paris, 1845.

(5) Rudolphi, *Entozoorum Synopsis*, p. 210 ; Berlin, 1819.

(6) Voyez Al. von Nordmann, *Micrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere* ; Berlin, 1832 ; — et *Sur les Helminthes dans l'œil des animaux supérieurs*. (*Archives de Médecine comparée*, vol. I, p. 80 ; Paris, 1843.)

(7) P. Rayer, *Note sur les vers observés dans l'œil ou dans l'orbite des animaux vertébrés*. (*Archives de Médecine comparée*, vol. I, p. 146 ; Paris, 1843.)

Filaria armata, rencontré dans le corps vitré chez une Buse pattue (*Falco lagopus*, Gm.) qui venait d'être tuée (1) ; et un autre parasite du même genre, mais d'espèce indéterminée, trouvé dans la chambre postérieure de l'œil, chez une Gelinotte des bois (*Tetrao bonasia*, Linn.) tuée à la chasse, et dont le globe oculaire tout entier était fort altéré (2).

Enfin, nous rappellerons que dans le cours de l'année 1861, aux environs de Dublin, un grand nombre d'Oies étant devenues aveugles et languissantes, et l'une d'entre elles ayant été sacrifiée, à l'ouverture du globe de l'œil on vit en sortir un petit ver noir, tout à fait comparable à une jeune Sangsue, très-vif d'ailleurs, et qui se mit à nager exactement de la même manière que les animaux de cette espèce, dès qu'on l'eut mis dans l'eau. Quant aux effets de la présence du parasite, en pareil cas, ils se traduisent d'abord par une inflammation de l'œil intéressé (3), puis bientôt par la perte de transparence et la teinte blanchâtre de la cornée, et, enfin, par une augmentation graduelle du volume de l'œil, qui, devenant trop gros pour l'orbite, fait saillie au dehors et occasionne ainsi beaucoup de douleurs à l'animal (4).

E. *a*. Parmi les affections limitées à la portion tégumentaire de l'appareil de la vision, nous citerons, tout d'abord, certaines productions kystiques (*chalazions*), développées dans l'épaisseur du tissu conjonctif résistant, qui constitue le tarse des paupières supérieure et inférieure. La petite poche qu'on trouve au centre de ces tumeurs est simple et, autant que nous avons pu en juger dans les quelques cas qui se sont présentés à notre observation, elle est due à l'occlusion accidentelle de l'une des glandes de Meibomius (5) et à la rétention du produit de sécrétion, qui se

(1) A. Gescheidt, *Anleitung zur Naturgeschichte der Eingeweidewürmer*, S. 37; Bamberg, 1803. (Citation empruntée à Nordmann, *loc. cit.*)

(2) Al. von Nordmann, *loc. cit.*, p. 80.

(3) Le mal, paraît-il, ne s'attaquerait habituellement qu'à un seul œil.

(4) Small, *Worms in the Eyes of Geese*. (*The Veterinarian*, 4 th. series, vol. VIII, p. 19 ; London, 1862.)

(5) Elles ont d'ordinaire, chez les oiseaux, un si petit volume, que leur existence, indiquée par G. Carus (*Traité élémentaire d'Anatomie comparée*, 2me édition, trad. par A. J. L. Jourdan, t. I, p. 496 ; Paris, 1835), a depuis été vainement recherchée

présente alors sous l'aspect d'une matière sébacée très-épaisse. Les chalazions, au nombre de plusieurs, forment, en pareils cas, soit du côté de la peau, soit du côté de la conjonctive, des saillies plus ou moins prononcées, de forme globuleuse, et, à travers la couche cutanée, on sent bien qu'elles adhèrent solidement au tarse.

b. J'ajouterai que dans deux cas, chez des Faisans communs (*Phasianus colchicus*, Linn.), il m'est arrivé de trouver, en même temps que ces productions, un kyste assez volumineux occupant la place de la glande de Harder, dont il semblait n'être qu'une transformation pathologique, et renfermant un liquide visqueux comparable au produit de la sécrétion normale de cette glande (1).

c. Quelquefois il se forme dans la région palpébrale, au milieu du tissu cellulaire libre, des tumeurs adipeuses qui, dans les cas que nous avons rencontrés, avaient atteint le volume d'un petit pois et dont la présence rendait très-difficile l'écartement fonctionnel des paupières supérieure et inférieure.

d. De même il se forme assez souvent, dans le tissu cellulaire sous-muqueux, chez les Faisans, les Poules et les Pigeons, des dépôts concrets de matière albuminoïde, ressemblant à du jaune d'œuf, et dans lesquels le microscope n'a laissé reconnaître jusqu'ici aucune trace d'organisation. Cette matière s'accumule insensiblement en masses isolées, arrondies, qui s'étendent plus ou moins loin jusque dans la cavité orbitaire et exercent graduellement une compression de plus en plus gênante sur les parties avoisinantes. Comme les tumeurs que j'indiquais précédemment, on les reconnait extérieurement aux saillies pisiformes correspondantes que présente la surface externe des paupières,

par Fr. Leydig chez les divers sujets qu'il a examinés; et pourtant cet histologiste dit que chez un *Strix passerina* il a constaté sur les bords palpébraux supérieurs et inférieurs « des formations qui pourraient bien représenter ces glandes. » (*Traité d'Histologie de l'Homme et des Animaux*, trad. par R. Lahillonne, p. 278-279; Paris, 1866.)

(1) Je ferai remarquer cette coïncidence dans les altérations d'organes de sécrétion, dont l'un (la glande de Harder) paraît normalement, chez les oiseaux, tenir lieu des autres, habituellement restés à l'état rudimentaire.

et, comme elles aussi, elles sont susceptibles de se laisser énucléer artificiellement et de se reproduire ensuite *in situ* (1).

F. Les altérations de la conjonctive, dont j'ai maintenant à m'occuper, peuvent être limitées à des points plus ou moins circonscrits de cette membrane ; mais un caractère commun à la plupart d'entre elles est d'intéresser, le plus souvent, aussi bien la conjonctive palpébrale que la conjontive bulbaire, et de se compliquer fréquemment de désordres plus ou moins profonds du globe oculaire.

a. J'indiquerai d'abord une altération particulière, caractérisée par la formation d'une couche de matière jaunâtre, concrète et élastique, qui se dépose sous les paupières et qui, s'épaississant assez vite, finit par les distendre et s'enfonce du côté de la cavité orbitaire, au fond de laquelle elle refoule fortement le globe de l'œil (2).

b. A côté de cette affection oculo-palpébrale, il convient d'en signaler une autre, qui a été décrite depuis longtemps (3) et qui

(1) F. Defays, dans son *Compte rendu de la Clinique de l'École vétérinaire de Curegehm, pendant l'année scolaire* 1869-1870 (*Annales de Médecine vétérinaire*, t. XX, p. 540 ; Bruxelles, 1871), attribue ces productions à une nourriture trop riche et au repos forcé ; et il cite le cas d'un Coq de combat qui, après avoir été débarrassé chirurgicalement de deux de ces petites tumeurs, fut envoyé à la campagne, et aurait ainsi échappé aux conditions que l'auteur suppose être favorables à la récidive habituelle.

(2) En examinant cette matière, après l'avoir amollie à l'aide d'acide acétique étendu, on trouve, au milieu d'une substance fondamentale, anhiste ou obscurément fibroïde, de nombreuses cellules, dont les dimensions sont très-variées : quelques-unes, par exemple, ne dépassant pas le volume d'un de nos leucocytes, tandis que d'autres n'atteignent pas celui de l'épithélium nucléaire. Sous le rapport de la forme, ces cellules offrent aussi de grandes variétés, les unes étant sphériques, quelques autres en raquette, et d'autres encore, tout à fait irrégulières. De même, il en est qui sont dépourvues de noyau, tandis que, chez les autres, on en voit un qui se montre très-distinctement arrondi. Enfin, les unes sont finement granuleuses, et les autres, au contraire, sont chargées de granulations, beaucoup plus apparentes et très-réfringentes. Ad. Gubler (*Note sur la matière phymatoïde de la cavité palpébrale chez les Poules*), qui paraît être le premier à avoir publié les résultats de l'examen microscopique de cette matière, est d'avis que l'altération à laquelle se rattache sa production « semble se rattacher elle-même à la diathèse tuberculeuse. » Voyez *Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, 3me série, t. V, p. 12; Paris, 1864.

(3) Voyez J. B. Huzard, *Note ajoutée à un mémoire* de Coquet *sur une espèce d'albugo épizootique dans les bêtes à cornes* (Chabert, Flandrin et Huzard, *Instruc-*

paraît être l'une des manifestations d'une maladie générale (1), observée parfois dans les basses-cours sur un grand nombre d'oiseaux en même temps, et souvent aussi, à l'état sporadique, sur de petits Passereaux, d'abord libres, puis devenus prisonniers dans des cages étroites et dans des espaces insuffisamment aérés, où ils sont trop abondamment nourris.

Les paupières, d'un rouge pâle, se tuméfient d'abord, puis la rougeur dont elles sont le siége gagnant la membrane clignotante en même temps que les parties avoisinantes, l'ouverture palpébrale devient bientôt béante. Presque aussitôt se produit une sécrétion, parfois assez abondante, d'un liquide jaunâtre et épais, qui s'accumule entre les paupières et le globe de l'œil, et dont une partie, s'écoulant au dehors, se dépose sur les plumules avoisinantes, sous forme de croûtes dont la présence ajoute encore à la gêne de l'oiseau.

C'est alors que, suivant les cas, l'issue du mal peut être différente, selon que l'état inflammatoire se résout (spontanément ou sous l'influence d'un traitement employé), ou que les caractères de la sécrétion se modifient défavorablement. Dans ce dernier cas, la cornée et la portion libre de la sclérotique sont bientôt couvertes d'un exsudat plastique, très-résistant, coloré en blanc jaunâtre ou en jaune brunâtre, qui adhère fortement aux surfaces sur lesquelles il se dépose, et dont l'épaisseur, variable de $0^{mm},006$ à $0^{mm},012$ en moyenne, diminue graduellement du centre à la périphérie. Quelquefois, même à cette période du mal, la guérison spontanée se produit encore, et, les couches de la matière exsudée disparaissant alors successivement du centre

tions et observations sur les maladies des animaux domestiques, 3e édition, t. IV, p. 315-316; Paris, 1812. — Mélicher, *Ophthalmie des Oiseaux de volière*. (Travail inséré dans le *Thierœrztliche Zeitung für* 1846, et analysé par S. Verheyen, in *Recueil de Médecine vétérinaire*, 3e série, t. VI, p. 965; Paris, 1849.)

(1) Il s'agit d'une maladie, dans laquelle se trouvent intéressés simultanément des points circonscrits de la conjonctive oculaire, ainsi que des muqueuses buccale et pharyngo-laryngée, et parfois aussi, mais sans doute secondairement, les bronches et même les sacs aériens. Siedamgrotzky, à qui l'on doit une étude attentive de cette maladie, l'a décrite sous le nom d'inflammation diphthéritique des membranes muqueuses. (*Bericht über das Veterinœrwesen im Kœnigreiche Sachsen für das Jahr* 1872, S. 85; Dresden, 1873.)

à la périphérie, l'oiseau reprend peu à peu possession de la vue, dont parfois l'altération simultanée des deux yeux l'avait totalement privé pendant quelques jours. Sous l'influence de cette modification favorable, les divers moyens d'existence lui redevenant alors plus faciles, les forces renaissent, la résorption de l'exsudat s'achève, la sécrétion mucoso-purulente contribue à ce travail de dégagement, et en quelques semaines la guérison est obtenue.

Mais il est loin d'en être toujours ainsi, et assez souvent, soit qu'il ait été seul atteint, soit qu'il l'ait été plus fortement que l'autre, l'un des deux yeux subit des altérations plus profondes. Alors, en procédant à l'examen de la région, on constate la présence d'un exsudat, qui recouvre tout le segment antérieur de l'œil, à la manière d'une coiffe (1). Le plus habituellement, la cornée est déjà ulcérée ou même perforée de part en part, et, dans d'autres cas, elle a complétement disparu sous une couche jaunâtre, qui empiète plus ou moins sur la conjonctive sclérotícale, dont il est aussi plus ou moins facile de la détacher. La muqueuse oculaire présente d'ailleurs, surtout au pourtour des anciennes limites de la cornée, de petites élevures arrondies qu'entoure un réseau de vaisseaux capillaires fortement injectés.

Enfin, quelquefois, pour peu que l'altération ait eu le temps de faire encore plus de progrès, la face antérieure de l'iris se trouve elle-même envahie et tapissée d'un exsudat semblable à celui sous lequel a disparu la cornée, et, en pareil cas, le globe atrophié paraît comme remplacé par une tumeur végétante, à laquelle il sert de base (2).

Dans le cas, au contraire, où les parties profondes du globe n'ont pas été envahies, il demeure seulement atrophié ; ses diamètres ont diminué par suite de l'évacuation de sa masse liquide ;

(1) Cet exsudat est formé de cellules rondes et ridées, d'éléments épithéliaux aplatis, de bactéries et de micrococcus.

(2) Il est probable que c'est un cas de ce genre, observé sur un Pinson, que cite Ad. W. Otto (*Handbuch der pathologischen Anatomie des Menschen und der Thiere*, S. 193, note 11 ; Berlin, 1814), d'après une note insérée dans les *Éphémérides de la Société des Curieux de la Nature* : « *Fand man an der Stelle eines Auges einen Tophus, hart wie Stein.* »

et, quant aux paupières, leurs bords, devenus plus ou moins inégalement dentelés, s'enfoncent légèrement dans la cavité orbitaire et subissent parfois un épaississement assez grand pour combler en partie le vide existant.

c. Dans une conjonctivite, dont la nature paraît être différente de la précédente, et qui s'observe quelquefois à l'état d'épizootie sur les Gallinacés (1), on remarque, au début, sur les divers points de la conjonctive et surtout au niveau de la membrane clignotante, de petits points hyperhémiés, sur lesquels apparaît un exsudat blanchâtre nuancé de jaune sous forme de petits grains ou de petites plaques, qui augmentent rapidement en surface et en épaisseur. L'exsudat, qui, lorsqu'on vient à l'enlever artificiellement, se reproduit, du reste, avec une très-grande facilité en douze ou vingt-quatre heures, s'accumule au-dessous des paupières, dont les bords adhèrent bientôt entre eux, et la cornée d'abord, puis le globe oculaire tout entier, subissent graduellement, par suite de sa présence, une compression qui a souvent pour effet de troubler profondément leur nutrition. Les plaques qui se déposent à la surface de la membrane clignotante agissent dans le même sens et contribuent à déterminer la tuméfaction générale de la région. Les ulcérations de la cornée semblent pourtant quelquefois pouvoir se produire en dehors des conditions que nous venons d'indiquer, et sans doute sous l'influence de l'envahissement d'emblée de l'épithélium de la membrane (2) par les psorospermes, dont la pénétration dans les cellules épithéliales de la conjonctive paraît être habituellement la cause initiale des altérations. Quant à la masse générale de l'exsudat, elle est formée de cellules épithéliales, de substance intercellulaire et fibrineuse, et de nombreux globules et noyaux blancs, qui, contrairement à ce qu'on observe pour les globules de pus, résistent plusieurs jours à l'action d'une solution de potasse au 1/20.

IV. Nous venons de passer en revue, non pas toutes les affec-

(1) S. Rivolta ed A. Silvestrini, *Psorospermosi epizootica negli Gallinacei* (*Giornale di Anatomia, Fisiologia e Patologia degli Animali*, vol. V, p. 48; Pisa, 1873).

(2) S. Rivolta ed A. Silvestrini, *loc. cit.*, p. 49.

tions dont peut être atteint l'appareil oculaire chez les oiseaux, mais, du moins, un bon nombre d'entre elles (1).

A. Relativement à l'étiologie générale de ces affections, nous avons eu déjà l'occasion de faire remarquer que les traumatismes n'ont pas une valeur aussi grande qu'on pourrait être tenté de le supposer (2). Dans certains cas, il semble qu'on pourrait admettre l'existence d'une sorte d'*ophthalmie des sables* et même *des neiges* (3). De même aussi on a pu admettre l'influence d'un régime échauffant, tel que celui, par exemple, qui serait dû à l'usage exclusif du chènevis (4). Mais ce sont là des opinions dont la valeur est encore improuvée (5). En revanche, la sénilité favorise manifestement le développement de la cataracte (6), et, d'autre part, les observations les plus anciennes établissent positivement que les jeunes oiseaux sont plus particulièrement atteints de ces conjonctivites, souvent épizootiques (7), dans le développement desquelles certains parasites paraissent jouer un rôle

(1) Nous citerons, pour mémoire, le cas d'un Emou de la Nouvelle-Hollande (*Dromæus Novæ Hollandiæ*, Gould), chez lequel C. Bruch rapporte (*Der zoologische Garten*, Bd. V, S. 386 ; Frankfurt-am-Mein, 1864) avoir constaté, à la mandibule supérieure, la présence d'une lésion « très-analogue à la fistule lacrymale. »

(2) Voyez la note 2 de la page 5.

(3) Voyez un ouvrage, sans nom d'auteur, publié sous ce titre : *Der Hühnerhof, eine Anweisung für Hausfrauen, in der Stadt und auf dem Lande, mit Belehrungen über alle Krankheiten der Hühner* (Fünfte Auflage), S. 65 ; Plauen, 1873.

(4) Chez le Pinson ordinaire (*Fringilla cœlebs*, Linn.), dit J.-M. Bechstein (*The natural History of cage Birds*, p. 131 ; London, sans date), la cécité n'est pas une infirmité rare, « surtout chez ceux qui mangent beaucoup de chènevis. » Cependant, ajoute-t-il, « elle ne vient que peu à peu, et ils n'en savent pas moins bien trouver leur nourriture et sauter sur leurs bâtons. »

(5) Certains oiseaux, très-mobiles en liberté, tels que le Bec-croisé (*Loxia curvirostra*, Linn.), lorsqu'ils sont tenus en captivité, seraient, d'après J.-M. Bechstein (*loc. cit.* p. 91), très-communément atteints de maux d'yeux.

(6) J.-M. Bechstein (*loc. cit.*, p. 149), qui indique « la vieillesse » comme une cause de cécité chez les Chardonnerets (*Fringilla Carduelis*, Linn.), se borne malheureusement à cette indication.

(7) Comme exemple d'ophthalmie épizootique, nous citerons, entre autres, celle que J. B. Ercolani rapporte (*loc. cit.*, p. 477) avoir observée, en 1857, sur les Gallinacés, dans la province de Verceil (Italie), et qui fit périr beaucoup d'entre ces oiseaux. Nous citerons également une épizootie, dont Mariot-Didieux (*Éducation lucrative des Poules*, p. 403 ; Paris, sans date) rapporte avoir été témoin, et qui a porté sur environ quinze cents volailles. — Voyez aussi Wilhelm Schmidt, *Die Krankheiten der Hühner und deren Heilung*, S. 17-18 ; Berlin, 1858.

qu'il importe de rechercher attentivement. L'humidité, les refroidissements (1) et, d'une manière générale, les mauvaises conditions hygiéniques, trop souvent constatées dans les habitations des oiseaux atteints, paraissent devoir être considérées comme autant de causes trop favorables à l'apparition des ophthalmies (2).

B. A l'occasion de chacune des affections précédemment décrites, nous avons, autant que possible, indiqué les signes particuliers qui peuvent permettre de les reconnaître. Nous ajouterons que, dans le cas où le mal résulte d'un traumatisme, on constate parfois la présence de quelque corps étranger dans l'œil ou l'existence d'une ecchymose circonvoisine.

Quoi qu'il en soit, du reste, la plupart du temps (excepté toutefois dans les cas de cataracte), les oiseaux dont l'appareil de la vision se trouve intéressé sont plus ou moins tristes, et, comme si la sensibilité de l'œil à la lumière s'était accrue au point de devenir pénible, ils se retirent habituellement dans les points les plus obscurs et s'empressent même d'y retourner, si l'on est momentanément parvenu à les en chasser. Souvent aussi, leurs yeux restant d'ailleurs fermés, on remarque qu'ils impriment à leur tête de brusques secousses, dues peut-être à l'acuité des douleurs dans certains cas, et, dans d'autres, à la formation de quelque collection séreuse et purulente au voisinage de l'orbite (3).

(1) H. Hertwig (*loc. cit.*) a, depuis longtemps, fait remarquer que le refroidissement de l'atmosphère, après les orages et sous l'influence des vents froids, est souvent suivi du développement d'ophthalmies, qui surviennent chez beaucoup d'oiseaux en même temps, à la manière des épizooties.

(2) P. Flourens, dans ses *Observations sur quelques maladies des Oiseaux* (*Annales des Sciences Naturelles*, 1re série, t. XVIII, p. 57; Paris, 1829), examinant les causes probables des abcès de la cornée et des ophthalmies, insiste sur l'influence que paraissent exercer, dans certains cas, les vapeurs concentrées du local où les oiseaux se trouvent enfermés, et, dans d'autres cas, l'association du froid et de l'humidité. Durant les pluies de l'hiver, ajoute-t-il, « le volailler qui fournissait à mes observations, et dont le sol était très-bas, s'étant trouvé constamment inondé d'eau, la plupart des Poules (les jeunes surtout) furent atteintes d'abcès cornéens et d'inflammation du globe, et plusieurs perdirent les yeux.

(3) P. Flourens a signalé depuis longtemps (*loc. cit.*) « la coïncidence des abcès de la cornée avec d'énormes tumeurs abcédées sur la tête, » et, plus récemment, Mariot-Didieux (*loc. cit.*) a mentionné les collections séreuses qu'on trouve parfois, profondément situées, autour des paupières.

C. Mais ce qui frappe surtout l'attention, au moins dans un grand nombre de cas, c'est la fâcheuse influence qu'exercent les ophthalmies sur la vie des oiseaux qui en sont atteints. Or, quelle que soit la nature du mal, cette influence s'explique tout simplement par la cécité passagère et complète qui en résulte le plus souvent, et par l'impossibilité où l'animal se trouve de pourvoir lui-même à son alimentation (1). Ce n'est pas, par exemple, comme on pourrait être tenté de le croire, à l'extension du mal vers les centres nerveux, mais bien à la faim que l'animal succombe, et ce qui le prouve, c'est que, si, comme nous l'avons fait plusieurs fois, on abandonne à sa marche spontanée l'altération de l'œil, en ayant soin seulement de nourrir l'animal, il arrive souvent que les deux yeux sont perdus, sans que l'oiseau succombe. Par contre, une altération beaucoup moins violente, et dont les traces sont quelquefois presque nulles à l'autopsie, entraîne souvent la mort de l'oiseau, pour peu que la cécité ait duré quelques jours et que l'animal n'ait pas trouvé facilement à sa portée les aliments nécessaires à son entretien.

(1) Il résulte de la lecture d'une courte note, récemment publiée par *The Lancet* (vol. II, for 1875, p. 361 ; London, 1875), qu'un grand nombre de jeunes Perdreaux, trouvés morts cette année dans le comté de Surrey, ont dû succomber de cette manière. W. B. Tegetmeier (*Pheasants for coverts and aviaries*, p. 79 ; London, 1873) signale aussi la mortalité des jeunes Faisans qui, se trouvant pris d'ophthalmie et ne pouvant ouvrir les yeux, périssent faute d'aliments, quand ils sont abandonnés à eux-mêmes.

SUR

UN ACIDE NOUVEAU PRÉEXISTANT DANS LE LAIT FRAIS DE JUMENT

ET NOMMÉ

ACIDE ÉQUINIQUE

Par Jules DUVAL

Le composé étudié dans cette note accompagne constamment l'éther qu'on a fait agir sur l'extrait brut du lait de jument (1). Rien n'est plus facile que d'isoler ce nouvel acide des matières grasses avec lesquelles il se trouve mélangé. Il suffit, en effet, pour cela, de traiter par l'eau ou par l'alcool faible le résidu de l'évaporation de l'éther et de jeter le tout sur un filtre mouillé. L'acide, mis en liberté, passe au filtre avec le liquide aqueux ou alcoolique ; et le beurre insoluble est retenu par le papier ; les liqueurs, concentrées par l'évaporation, donnent l'acide nouveau dans toute son intégrité et cette opération simple permet même d'en faire d'emblée le dosage relatif. Un litre de lait frais de jument m'a donné, en moyenne, 0 gr. 52.

Le produit que j'ai obtenu dans mes premiers essais était resté liquide, quoiqu'il eût été évaporé jusqu'à consistance sirupeuse ; j'avais cru, tout d'abord, avoir affaire à de l'acide lactique. L'odeur fragrante spéciale de mon produit, sa saveur pénétrante, me mettaient en garde, cependant, contre cette supposition, et la constatation ultérieure de la nature azotée de l'acide en question vint me prouver que j'avais affaire soit à de l'acide hippurique, soit à un composé non encore signalé jusqu'à ce jour.

Le mode opératoire auquel je m'étais livré laissait peu de prise pourtant à la supposition que mon acide fût de l'acide hip-

(1) Le lait sur lequel j'ai expérimenté le premier (septembre 1875) provenait exclusivement de juments nourries dans les pâturages de la Normandie, et je dois, au nom de la science, remercier M.. Loisnel, pharmacien à Neufchâtel-en-Bray, de la complaisance qu'il a mise à bien vouloir me procurer des échantillons types.

purique, ce dernier étant, comme on le sait, fort peu soluble dans l'éther rectifié et très-facilement cristallisable. Les caractères chimiques, interrogés avec soin, ne laissaient aucun équivoque sur la spécificité de ce nouvel acide organique naturel que j'appelle équinique. Ses propriétés sont les suivantes :

Propriétés organoleptiques. — Couleur ambrée foncée ; odeur fragrante, *sui generis*, rappelant celle des semences fraîches de fenu grec ; saveur âpre et aromatique, peu prononcée d'abord, mais laissant bientôt un arrière-goût tenace, très-difficile à définir.

Propriétés physiques. — Liquide sirupeux dans lequel il se dépose à la longue des cristaux microscopiques formés de groupes ou faisceaux confus de petites aiguilles radiées. Soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther sulfurique, il n'est pas volatil sans décomposition.

Propriétés chimiques. — Soumis à l'action de la chaleur sèche il devient rouge foncé tout d'abord, puis charbonne en donnant un charbon peu boursouflé. A une température relativement peu élevée, il émet des vapeurs blanches, d'odeur urineuse, condensables en un sublimé semi-liquide, semi-lamellaire, translucide et comme d'aspect onctueux. Ce sublimé qui est acide comme son générateur est très-soluble dans l'eau froide, et il ne présente aucun des caractères de l'acide benzoïque. En augmentant la chaleur, les vapeurs blanches deviennent entièrement ammoniacales, et les dernières vapeurs ignées sont à peine inflammables.

Chauffé en présence de chaux ou de la baryte caustique il donne naissance à de l'ammoniaque, et à aucun moment de l'opération on ne peut percevoir l'odeur de benzine développée dans les mêmes circonstances par l'acide hippurique.

Chauffé légèrement avec l'acide azotique, il donne immédiatement production à un acide cristallisé affectant, sous le microscope, la forme de prismes rectangulaires rhomboédriques ; cet acide, toutefois, ne cristallise que dans les liqueurs concentrées, car il est également très-soluble dans l'eau ; il se comporte avec les réactifs comme l'acide équinique lui-même.

L'équinate d'ammoniaque, préparé de façon qu'on ait obtenu une solution chimiquement neutre au tournesol, m'a servi à étudier l'action de l'acide équinique sur les différentes bases. J'ai constaté, de la sorte, que l'acide équinique ne formait aucun précipité avec les bases alcalines ou alcalino-terreuses. Seuls, parmi les bases métalliques proprement dites, l'oxyde d'argent et le peroxyde de fer ont donné lieu à des réactions caractéristiques *immédiates*, mais ni les acétates de plomb, ni les sels solubles de protoxyde ou de bioxyde de mercure n'ont fourni aucun précipité. A la longue, pourtant, ces dernières bases précipitent, réellement et je suis obligé de faire à ce sujet certaines réserves.

Avec l'azotate d'argent, l'équinate d'ammoniaque neutre produit un précipité gris jaunâtre, très-ténu, amorphe, et présentant cette particularité qu'il devient bientôt brun, puis bistre dans l'obscurité et rien que sous l'influence de l'air humide. Y a-t-il, dans ce cas, réduction d'argent métallique, ou est-ce là un simple phénomème allotropique? Tout porte à croire qu'il y a là une action réductrice puissante; car je ferai remarquer que le précipité d'équinate d'argent, soluble dans l'ammoniaque lorsqu'il est récent, ne l'est plus lorsqu'il a noirci. J'ajouterai, d'autre part, qu'il y a une réduction manifeste d'or métallique lorsqu'on mélange sinplement à froid la solution d'un équinate avec celle du chlorure d'or.

L'équinate d'ammoniaque, traité par un persel de fer, donne naissance, dans le mélange, à une coloration brun marron sans qu'il se produise de précipité.

L'équinate de chaux, soumis à l'évaporation spontanée entre des lamelles de verre, cristallise sous la forme de fines aiguilles prismatiques isolées ou groupées par paquets rayonnants. C'est, d'ailleurs, la forme cristalline de l'acide équinique lui-même, seulement mieux accusée.

La solution chaude et concentrée d'un équinate, décomposée par un acide minéral, ne donne pas lieu à la formation d'acide équinique cristallisé.

Sont caractéristiques, en résumé, pour l'acide équinique: son

odeur et sa saveur particulières, ses réactions avec l'azotate d'argent, le perchlorure de fer, et celle complémentaire du chlorure d'or.

État dans lequel l'acide équinique se trouve dans le lait. — Le lait frais de jument présente, en général, une réaction plutôt neutre qu'alcaline. Ayant remarqué qu'au bout d'un certain temps d'évaporation au bain-marie le lait en question prenait une réaction acide, j'ai pensé que la base combinée à l'acide dans ce lait était volatile. L'odeur légèrement ammoniacale que je perçue à deux reprises différentes me fit croire, d'abord, que cette base n'était autre que l'ammoniaque elle-même ; je m'étais trompé.

Grâce à l'obligeance de M. A. Geoffroy Saint-Hilaire, directeur du Jardin zoologique d'acclimatation, j'ai pu tenter un contrôle sur la nature de la base cherchée. A cet effet, j'ai mélangé du lait récent avec moitié de son volume d'alcool neutre à 60 centièmes (1) et je l'ai soumis à la distillation fractionnée à la chaleur du bain-marie. A quelque moment que ce fût de l'opération, le liquide distillé ne s'est montré franchement alcalin, et j'ai dû, pour régénérer les éléments de l'ammoniaque, agir après coup sur le produit distillé lui-même qui, dans la supposition d'une base volatile autre que l'ammoniaque, ne pourrait renfermer qu'une ammoniaque composée volatilisable elle-même à la température de 75° ou 80°. Le produit qui avait passé à la distillation, additionné d'un fragment de potasse caustique et chauffé légèrement, a donné naissance, en effet, à des vapeurs franchement

(1) Les acides organiques ou les diverses zymases qui caillent le lait de vache ne coagulant pas, dans les mêmes circonstances, le lait de jument, j'ai institué un mode de dosage rapide de ce dernier, basé précisément sur son mélange avec l'alcool neutre à 60 degrés. Ce réactif, précipitant la caséine ainsi que le beurre, laisse intacts la lacto-protéine, la lactine et les sels ; la séparation au filtre mouillé du coagulum d'avec les matières restées dissoutes devient donc très-facile, et c'est là déjà une donnée très-précieuse pour une analyse immédiate plus complète. Ce procédé de séparation qui n'est pas applicable au lait de vache peut être employé néanmoins pour tous les laits animaux qui, comme celui de cavale, sont incoagulables à froid par l'acide acétique ; il m'a rendu notamment de grands services pour l'analyse de lait de femme. J'ignore si ce procédé est nouveau ; dans tous les cas, je n'hésite pas à le recommander à l'attention des chimistes.

ammoniacales, et ces vapeurs, essayées par les réactifs, ont dénoté d'une façon péremptoire, cette fois, la présence réelle du gaz ammoniac libre.

La substance basique trouvée dans cette expérience est-elle l'une des nombreuses ammoniaques composées, connue jusqu'à présent, ou bien serait-elle quelque autre ammoniaque de ce groupe? Je l'ignore, et des épreuves exécutées sur une plus grande échelle pourront seules éclairer ce problème (1). J'y reviendrai plus tard.

(1) La base dissimulée à laquelle je fais allusion me paraît être un produit constant des sécrétions des grands animaux herbivores. Je l'ai déjà constatée, sans m'y arrêter, dans l'urine normale des chevaux comme dans celle des vaches.

EXPÉRIENCES

SUR

LA TRANSMISSION DES INFLAMMATIONS

Par J. Burdon SANDERSON
Professeur de physiologie à University-College (Londres).

En 1872 j'étudiais l'inflammation secondaire aiguë chez les animaux afin d'arriver à jeter quelque lumière sur les processus par lesquels les infections associées chez l'homme avec des maladies aiguës d'origine traumatique sont transmises d'individus malades à des individus sains.

Mes recherches, ainsi que celles d'autres observateurs, ayant montré que, dans les diverses formes d'inflammation secondaire chez les animaux, les liquides d'exsudation des inflammations ordinaires possèdent des propriétés toxiques qui n'appartiennent pas aux autres fluides animaux, et qui se manifestent ou par la production d'inflammations locales des tissus vivants avec lesquels ils entrent en contact, ou par la production de désordres généraux aigus, conséquence de leur présence dans le sang ou dans les tissus, il devenait important que la nature de cet agent toxique auquel ces effets étaient attribués et les conditions de son action fussent, s'il était possible, déterminées.

Dans ce but je fis, à l'époque ci-dessus mentionnée, une série d'expériences dont je fis connaître quelques résultats; mais n'ayant pas eu occasion de les publier de la façon usuelle, j'en donnai communication à la Société médico-chirurgicale qui les publia dans ses comptes rendus. Elles furent peu après traduites en allemand et publiées dans les « Wiener medicinische Jahrbücher (1) ».

(1) Voyez Burdon Sanderson, *On the infective produit of Inflammation* (*Medico-chirurgical Transactions*, vol. LVI, p. 345); voyez aussi, *Zur Kenntniss der infectiosen Produkte der Entzündung* (*Wiener medicinische Jahrbücher*); un extrait en parut dans le *Lyon médical*, t. XIII, p. 72.

Dans le cours de ces expériences, un fait nouveau et très-important se manifesta, à savoir : que dans la transmission d'une inflammation infectieuse dans une série d'animaux, par inoculation d'un animal à un autre animal, il se produit une *augmentation d'activité infectieuse* de telle nature que, alors qu'au commencement de la série les effets causés par une dose donnée de liquide infectieux sont insignifiants et transitoires, on peut arriver à obtenir un produit possédant un pouvoir toxique de la plus grande virulence. Les expériences qui ont conduit à la découverte de ce fait sont les suivantes.

Série I.

Le 18 mars 1872, 0^{cc},205 d'une solution ammoniacale diluée (préalablement bouillie, puis refroidie) furent introduits dans la cavité péritonéale d'un cochon d'Inde ; les instruments employés étaient : une canule qui venait d'être exposée pendant un temps prolongé à la température de l'ébullition, et une pipette de verre récemment faite. Le jour suivant le cochon d'Inde fut tué et l'exsudat liquide contenu dans la cavité peritonéale fut aussitôt injecté dans les cavités péritonéales de deux autres cochons d'Inde, dont l'un s'affaissa peu après l'injection et n'y survécut que six heures; l'autre fut tué au bout d'environ vingt-quatre heures. Chez ces deux animaux il y avait une intense péritonite. Chez le second cochon d'Inde (celui qui avait été tué), le liquide d'exsudation était clair, visqueux et de couleur jaune; il était rempli de petits organismes.

Le jour suivant 0^{gr},20 de ce liquide furent injectés dans les cavités péritonéales de deux autres cochons d'Inde; aucun d'eux ne vécut plus de vingt-quatre heures. L'exsudat liquide de l'un d'eux fut renfermé dans un tube qui venait d'être fait et refroidi, et qu'on ferma aussitôt hermétiquement. Le 23, c'est-à-dire deux jours après, 1^{gr},06 de ce liquide fut injecté dans le péritoine d'un chien de taille moyenne. La mort arriva au bout de six heures. Peu après l'injection l'animal fut affecté de ténesme, vomissements, diarrhée, promptement remplacés par un collapsus mortel.

Série II.

Le 16 mars, 0gr,30 d'un liquide dérivé d'une glande lymphatique d'un cochon d'Inde, enflammée d'une manière infectieuse, furent injectés dans les cavités péritonéales de deux cochons d'Inde.

Chez ces deux animaux, l'injection produisit une péritonite intense avec de fausses membranes purulentes à la surface séreuse des viscères. Chez l'un d'eux, qui survécut deux jours, les glandes mésentériques étaient tuméfiées et amollies. Le 18, 0gr,30 de liquide purulent, pris à l'une de ces glandes mésentériques amollies et chargées d'organismes, furent introduits dans le péritoine d'un autre cochon d'Inde. Chez cet animal, la péritonite fut aussi très-intense et produisit un exsudat liquide, dont on injecta 0gr,35 à trois animaux de même espèce ; un prompt collapsus fut pour chacun d'eux le résultat de cette injection. On trouva après la mort le péritoine fortement injecté et contenant un liquide d'exsudation visqueux et chargé d'organismes. L'extrême activité du liquide virulent fut en outre éprouvée par injection sur des carnivores : sur quatre chiens et deux chats; trois des chiens en reçurent de 0gr,40 à 0gr,70 chacun dans le péritoine; semblable quantité fut injectée au quatrième dans une veine. La mort arriva à des périodes variant de quatre à douze heures, précédée par un collapsus faisant suite à des vomissements, du ténesme et de la diarrhée. Les phénomènes furent, pour les chats, essentiellement les mêmes, leur durée étant de cinq heures dans un cas et de deux heures dans l'autre.

Il était ainsi démontré que dans la série des rongeurs, particulièrement chez les cochons d'Inde, l'inflammation du péritoine d'un animal est communiquée à un autre quand on lui injecte dans la cavité péritonéale l'exsudat liquide venu du premier, et que le processus inflammatoire ainsi transmis paraît gagner en intensité par transmission, de sorte qu'on arrive plus ou moins rapidement à obtenir un produit qui, si on l'essaye en l'injectant dans le péritoine d'un animal carnivore, manifeste un extrême degré de virulence.

Afin de déterminer dans quelles circonstances se produit cet accroissement d'intensité, et afin de connaître d'une façon plus précise les phénomènes pendant la vie et les manifestations pathologiques après la mort qui y sont associés, j'ai cru nécessaire de faire les expériences suivantes, qui ont été aussi exécutées dans la « Brown Institution ».

Série III.

Diagramme de la série III.

Les chiffres arabes se rapportent aux cochons d'Inde ; les chiffres romains aux chiens.

Le 3 février, une péritonite primitive fut produite chez des cochons d'Inde par l'injection sous-cutanée de 4 centim. cubes d'un mélange de neuf parties d'eau distillée et d'une partie de solution ammoniacale. La liqueur avait été portée à l'ébullition, puis refroidie. Vingt-quatre heures après, une grande quantité du liquide sous-cutané d'exsudation fut retirée aux animaux moribonds, et 1^{cc},62 en fut injecté à un nouveau cochon d'Inde (n° 2). Le n° 2 mourut la nuit suivante, et on injecta au n° 3 du liquide de l'exsudat péritonéal, la dose étant réduite à 0^{cc},486 = six divisions de la seringue de Pravaz. De même l'infection fut transmise du n° 3 au n° 4, et du n° 4 au n° 5. Pour chacun de ces trois animaux le processus fut extrêmement rapide, de sorte qu'il fut difficile ou impossible de faire une comparaison utile de leur état pendant la vie ; pour le n° 5, cependant, il fut évident que, quoique

la dose du liquide infectieux eût été réduite à quatre divisions, le processus provoqué avait atteint une extrême intensité, la mort ayant eu lieu quatre heures et demie après l'injection. Nous fîmes alors au n° 6, dans l'après-midi du 8 février, l'injection de cinq divisions du liquide péritonéal provenant du n° 5. Le lendemain matin on s'aperçut que la canule n'avait pas pénétré dans le péritoine; aussi après avoir retiré quelque peu de l'exsudation sous-cutanée ainsi produite, on l'injecta aussitôt dans le péritoine du même animal. De cette façon nous obtînmes du n° 6 au bout de dix heures une quantité suffisante d'un exsudat péritonéal visqueux, auquel nous reconnûmes de suite les mêmes caractères sous tous les rapports que ceux du liquide extrêmement virulent avec lequel nous avons expérimenté en 1872.

Ayant ainsi de bonnes raisons de croire que nous avions atteint notre but, nous avons injecté deux divisions de ce liquide à un autre cochon d'Inde (n° 7) et huit divisions à un chien (n° I). Le cochon d'Inde mourut la nuit suivante donnant un liquide d'exsudation qui était exactement la contre-partie de celui par lequel il avait été produit. Le chien survécut neuf heures. Du liquide fut retiré de son péritoine aussitôt après sa mort et immédiatement injecté à semblable dose dans le péritoine d'un autre chien (n° II), qui mourut au bout de sept heures.

Il fut ainsi montré d'une façon concluante qu'on peut passer d'une inflammation d'origine non infectieuse à la production artificielle d'un processus de la plus grande virulence. Les phénomènes observés chez les animaux objets de ces expériences ont été les suivants :

1° Les liquides d'exsudation des cochons d'Inde n°s 3, 4 et 5, étaient pour la plupart troubles et ne présentaient que de simples traces sanguinolentes. L'examen microscopique n'y découvrit pas de globules rouges du sang, mais de nombreux corpuscules de pus. Ces corpuscules flottaient librement et isolément dans le liquide du n° 3; mais dans les liquides des n°s 4 et 5 où ils étaient plus abondants ils formaient des masses agrégées. Dans tous les liquides il y avait des microphytes en grand nombre, mais ils présentaient des caractères différents; dans les trois premiers,

c'étaient surtout des bâtonnets de longueur variable, mais généralement considérable ; dans le quatrième et le cinquième, les mêmes formes de bâtonnets se trouvaient aussi en nombre considérable, mais ils étaient plus courts (en général environ deux fois aussi longs que larges) et plus menus. En outre les liquides des nos 4 et 5 contenaient d'innombrables myriades de sphéroïdes (micrococcus) libres ou réunis en masses. C'est en étant reliés par ces masses de sphéroïdes vivants que les corpuscules de pus forment ces agglomérations mentionnées plus haut. Il a été remarqué que chez tous les animaux le liquide d'exsudation de la plèvre, — dont l'inflammation était naturellement secondaire, c'est-à-dire produite par l'infection venue du péritoine, — présentait dans chaque cas des caractères correspondant à ceux du liquide fourni par le péritoine.

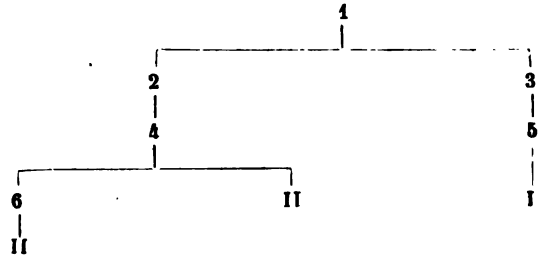
2° Comme nous l'avons déjà rapporté, l'extrémité de la canule n'ayant pas, par accident, pénétré dans le péritoine du n° 6, le liquide injecté se répandit dans les tissus de la paroi abdominale. Seize heures après, un gonflement existait au lieu de pénétration de la canule, un liquide en fut retiré et porté aussitôt dans la cavité péritonéale. L'exsudation péritonéale résultante, recueillie après dix heures, différait de celles déjà décrites, en ce qu'elle était entièrement dépourvue de couleur laiteuse et visqueuse ; elle contenait de nombreux corpuscules de pus qui, comme dans les autres exsudations, formaient des agglomérations dont la matière interstitielle consistait en organismes sphéroïdes. Le liquide, où flottaient ces agglomérations, était rempli aussi de sphéroïdes brillants, dont quelques-uns étaient isolés, les autres affectant les formes d'haltères ou de chapelets. Il n'y avait pas du tout de bactéries à forme de bâtonnets. Chaque corpuscule de pus était lui-même rempli de sphéroïdes logés dans la substance de son protoplasma. Le liquide d'exsudation incolore et visqueux, obtenu du cochon d'Inde n° 7, qui avait été injecté avec le liquide que nous venons de décrire, lui ressemblait sous tous les rapports, si ce n'est que, outre les agglomérations microscopiques, on voyait dans le champ du microscope des masses plus grandes, ondulées de micrococcus contenant aussi des corpuscules de pus. Ce liquide

était légèrement alcalin et soumis à l'évaporation à 100° centigr., et laissait 5,01 pour 100 de résidu solide. Son poids spécifique était 1,0193.

3° Afin d'essayer l'activité du liquide d'exsudation du n° 6, on en injecta une division et demie, mêlée à une quantité égale d'une solution saline à 0,5 pour 100, dans le péritoine d'un chien terrier noir et brun de couleur et pesant environ huit livres. Cet animal fut pris d'un violent frisson une heure après l'injection, et bientôt après de diarrhée et de vomissements. Les symptômes intestinaux atteignirent leur plus grande violence environ quatre heures après l'injection, et à ce moment l'animal parut souffrir beaucoup de ténesme; le sphincter de l'anus était détendu, et il y eut des sorties fréquentes de mucus taché de sang. La mort arriva huit heures après l'injection. La pyrexie maximum se produisit pendant la quatrième heure; la plus haute température observée fut 41°,2 cent., la température antérieure normale ayant été 38°,6 cent. A la dissection, on trouva dans la cavité péritonéale un liquide trouble, sanguinolent, qui sous le microscope se montra plein de gros corpuscules de pus, tous chargés de micrococci. Des taches hémorrhagiques se trouvaient à la surface de la plèvre et du péritoine; mais la plèvre dans ce cas ne contenait pas d'exsudat. Le chien n° II pesant 9 livres fut injecté de 3^{cc},9 du liquide péritonéal provenant du n° I. Deux heures après l'injection il y eut de forts frissons, mais à peu près pas d'élévation de température. Deux heures plus tard, l'animal était moribond et sa température s'était abaissée à 35°,3 cent. A la dissection, on trouva la cavité péritonéale contenant une quantité considérable d'un liquide visqueux couleur de sang; l'épiploon et le mésentère étaients couverts de taches hémorrhagiques. La muqueuse de l'estomac et de tout l'intestin était fortement congestionnée, présentant partout une couleur cramoisie sombre. L'examen microscopique montra que le liquide d'exsudation contenait de nombreux corpuscules de pus, tous chargés de micrococci. Des organismes semblables s'y trouvaient aussi à l'état de liberté, mais pas en si grande quantité que dans les exsudats visqueux non colorés des cochons d'Inde. Malgré la couleur sanguine intense

du liquide, il contenait à peine quelques globules rouges de sang.

SÉRIE IV.



Une inflammation primitive fut produite, comme dans le premier cas, par injection dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un cochon d'Inde de huit dixièmes de centimètre cube d'une solution diluée d'ammoniaque. Trente heures après, une exsudation abondante avait eu lieu sous la peau, dans le voisinage du siége de l'injection, il y avait aussi un liquide d'exsudation dans la plèvre. Sept divisions d'exsudat sous-cutané furent injectées dans la cavité péritonéale du cochon d'Inde n° 2, et une égale quantité d'exsudation de la plèvre fut injectée de même au n° 3. Le n° 3 mourut au bout de quatre heures, et son liquide d'exsudation servit pour l'injection du n° 5. Celui-ci fournit un liquide incolore visqueux caractéristique, qui fut de suite injecté dans le péritoine du chien n° I. Ce chien mourut au bout de six heures au milieu de symptômes intenses. En même temps que l'infection du n° 3 avait été transmise au n° 5, celle du n° 2 avait été transmise au n° 4, et avait ainsi produit un liquide qui avait servi à l'infection de deux nouveaux animaux, un chien (n° II) et un cochon d'Inde (n° 6).

Dans ces huit animaux les symptômes et les phénomènes pathologiques furent les suivants :

L'animal primitivement affecté survécut trente heures à l'injection. Le liquide sous-cutané était légèrement alcalin, son poids spécifique était 1,0174 et il laissait par évaporation 5,3 pour 100 d'un résidu solide. Il contenait très-peu de globules sanguins, et relativement peu de corpuscules de pus, mais il était rempli

de filaments de diverses longueurs à forme de bâtonnets accompagnés d'un grand nombre de sphéroïdes, de chaînes, d'haltères et de quelques cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien. Le liquide d'exsudation retiré des plèvres ne contenait pas d'organismes filamenteux (bactéries proprement dites), mais d'innombrables sphéroïdes et quelques chaînes et haltères de courte dimension; il y avait aussi quelques globules de pus dans chacun desquels la substance cellulaire était semée de sphéroïdes.

Le cochon d'Inde n° 3, injecté à midi avec le liquide pleural dont nous venons de parler, mourut à environ quatre heures de l'après-midi. L'exsudat péritonéal était de couleur pâle et visqueux. Il contenait des flocons ou lambeaux visibles à l'œil nu et était rempli de sphéroïdes libres, de chaînes et haltères, au milieu desquels on ne pouvait distinguer de bâtonnets ou filaments. Il contenait aussi des corpuscules de pus, les uns isolés, les autres agglomérés. Dans ces agglomérations comme dans les plus grands des lambeaux déjà cités, les corpuscules étaient unis les uns aux autres par un amas de particules sphéroïdales.

Le cochon d'Inde n° 5 injecté à cinq heures avec quatre divisions du liquide péritonéal du n° 3 était déjà moribond à neuf heures du soir. Le matin suivant le liquide d'exsudation de la cavité péritonéale en fut retiré. Il était pâle, visqueux et rempli d'organismes de même caractère que ceux trouvés dans le liquide d'exsudation du n° 3. On s'en servit pour injecter le chien n° I.

Le n° I, grand chien d'arrêt noir pesant environ 40 livres, reçut une injection de quinze divisions du liquide venant du n° 5. L'injection fut faite à onze heures trente minutes du matin et la mort arriva à cinq heures de l'après-midi, les symptômes étant ceux déjà décrits comme caractérisant une infection intense. A l'ouverture de la cavité abdominale après la mort, le péritoine était dans un état d'hyperhémie intense, les veines mésentériques étaient distendues par le sang, et la surface du mésentère, aussi bien que celle de l'épiploon, était semée de nombreuses taches hémorrhagiques. La surface muqueuse de l'estomac et de l'intestin grêle était congestionnée d'une façon si intense

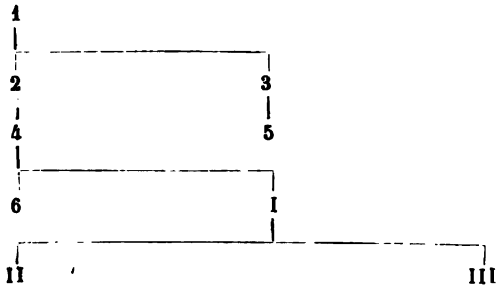
qu'elle était couverte d'une couche de mucus tachée de sang qui était le seul contenu de l'estomac et de l'intestin. Le liquide exsudé par le péritoine contenait 15,08 pour 100 de solides, son poids spécifique était 1,041. Il était légèrement alcalin et ne se coagulait pas spontanément, même quand il était placé dans l'étuve à une température de 32° cent.; mais une addition de sérum le rendait floconneux. Malgré sa couleur sanguinolente intense, l'examen microscopique put à peine y démontrer un seul globule du sang; dans les préparations microscopiques, des cristaux d'hémoglobine se trouvaient en abondance près des bords du verre à couvrir; quelques gouttes de ce liquide qu'on laissait s'évaporer dans un verre de montre cristallisaient aussi facilement. Des corpuscules de pus et des éléments endothéliaux isolés ou agglomérés y étaient en grand nombre; les premières contenaient d'innombrables sphéroïdes logés dans leur substance; des organismes de forme habituelle, surtout des sphéroïdes et des haltères de très-petite dimension, remplissaient le liquide.

Le chien n° II (pesant 10 livres) plus petit que le précédent fut injecté d'une quantité égale de l'exsudat péritonéal du cochon d'Inde n° 4, il manifesta des symptômes semblables; mais il se rétablit. Le cochon d'Inde injecté en même temps (20 février) et avec le même liquide survécut sept heures. L'exsudat sans couleur, visqueux, contenu dans le péritoine ayant été mis dans un tube de verre qui fut scellé hermétiquement, dix divisions en furent plus tard (23 février) employées pour infecter une seconde fois le chien n° II qui était complétement rétabli. Sa température ne fut élevée par là que de huit dixièmes de degré en trois heures, puis s'abaissa. Il se rétablit sans autres symptômes.

Série V.

Le 22 février, huit divisions d'une solution d'ammoniaque bouillie, puis refroidie, contenant, avant d'être portée à l'ébullition, une partie pour dix d'eau de la solution officinale, furent injectées hypodermiquement à un cochon d'Inde (n° 1). Cet animal survécut vingt et une heures et fournit la matière pour

l'infection des deux suivants, dont l'un (n° 3) fut injecté avec le liquide d'exsudation péritonéale, l'autre (n° 2) avec l'exsudat sous-cutané près de l'ouverture d'injection. De ce dernier l'infection fut communiquée au cochon d'Inde n° 4 et de celui-ci au cochon d'Inde n° 6 et au chien n° I qui servit à infecter deux autres chiens. L'exsudat du n° 3 servit à l'injection du n° 5.



La quantité du liquide sous-cutané du cochon d'Inde n° 1 fut relativement très-petite, et ce liquide différait des précédents par la petite quantité de corpuscules de pus qu'il contenait. Les exsudats péritonéal et pleural avaient les apparences habituelles et contenaient des bâtonnets, des sphéroïdes et des haltères en grand nombre. Le temps que survécut le n° 2 ne put être déterminé; mais fut probablement d'environ huit heures. L'exsudat visqueux du péritoine contenait en même temps que les éléments anatomiques habituels, des sphéroïdes, des haltères et de courtes chaînes, qui étaient isolés ou en petites masses. Aucun de ces liquides ne se coagula. Le liquide péritonéal des cochons d'Inde n°s 3 et 6 présenta les caractères habituels, et les animaux survécurent environ sept heures. Le sang de chacun d'eux fut examiné avec soin; il contenait des sphéroïdes semblables à ceux des liquides d'exsudation.

Le chien n° I, pesant 15 livres, dont le péritoine fut injecté de 3^cc,9 du même liquide dont on s'était servi pour infecter le n° 6, survécut sept heures, manifestant les mêmes symptômes que dans les autres cas. L'état manifesté par la dissection était semblable aussi à ceux déjà décrits avec détail dans la série IV, mais en aucune façon aussi intense. Le liquide péritonéal et celui obtenu

des plèvres secondairement enflammées étaient tous deux pleins des organismes habituellement observés dont la présence put aussi être reconnue dans le sang.

De cet animal l'infection fut communiquée à deux autres, mais par des canaux différents. Le chien n° II, pesant environ 6 livres, reçut dans le péritoine l'injection de quatre divisions (c'est-à-dire un dixième de la dose précédente) de l'exsudat péritonéal du n° I et mourut au bout de quatorze heures avec les symptômes et l'état cadavérique habituels. 5 centimètres cubes de l'exsudat péritonéal furent injectés le 1er mars, après avoir été filtrés sur du papier à filtre, au chien n° III (un grand chien d'arrêt) dans la circulation par la veine tibiale. L'effet immédiat produit par l'injection fut très-peu notable, le maximum d'élévation de la température n'ayant été que de 1°,6 cent., c'est-à-dire pas plus que ce qui est souvent produit par l'injection d'une quantité semblable d'eau distillée; mais le lendemain matin l'animal refusait toute nourriture et était visiblement malade. Le 3 mars (le jour suivant) il était toujours souffrant; quand on chercha à l'examiner, il hurla et se débattit si violemment qu'il fut impossible d'observer sa température. Le lendemain matin il fut tué et aussitôt disséqué.

En enlevant le tégument recouvrant le thorax, on vit une quantité d'un exsudat pâle jaunâtre, qui infiltrait le tissu du voisinage des articulations des quatrième et cinquième côtes avec leurs cartilages et s'étendait dans les espaces intermusculaires à une courte distance. En poursuivant cet examen, des infiltrations cellulaires semblables furent trouvées dans d'autres régions, surtout du tissu sous-cutané autour de l'articulation huméro-cubitale et autour du tarse gauche. Les viscères internes étaient visiblement sains. Les cavités pleurales et péritonéales étaient tachées de taches hémorrhagiques rares, et contenaient de petites quantités d'un liquide où l'examen microscopique fit reconnaître les organismes habituels.

CONCLUSIONS.

Les expériences précédentes nous montrent que quand une

inflammation est produite chez un cochon d'Inde et est de telle nature qu'elle détermine une exsudation liquide, soit dans les tissus cellulaires, soit dans une cavité séreuse, cette exsudation liquide possède une propriété infectieuse que, pour la distinguer de celles des *contagia* spécifiques d'une part et de celle qui se manifeste dans la production de la fièvre d'autre part, on peut désigner sous le nom de *phlogogénique;* cette propriété consistant en ceci : que si un liquide de cette nature est injecté à un second animal de la même espèce, *il produit une inflammation qui est semblable en caractère à celle dont il est lui-même le produit.* Nous pouvons désigner d'une façon appropriée ces inflammations sous le nom de « inflammations transmises », réservant celui de « inflammations secondaires » pour celles qui se produisent par infection propre dans le même organisme, à un certain intervalle de l'inflammation traumatique ou primitive.

Admettant comme résultat d'observation que l'intensité d'une inflammation transmise dépend de l'intensité du processus inflammatoire qui l'a produite, ou, en d'autres termes, que les inflammations transmises sont d'autant plus intenses qu'elles proviennent d'inflammations dont les phénomènes étaient plus intenses, il résulte que si dans une série d'animaux, l'inflammation est transmise de l'un à l'autre, de telle sorte que chacun soit infecté par l'introduction dans son corps du liquide d'exsudation dérivé de son prédécesseur, le processus inflammatoire par transmission ira en croissant. Nous voyons qu'il en a été ainsi dans toutes nos expériences. Mais il n'est pas exact, comme j'étais d'abord porté à le supposer, que cet accroissement d'intensité par transmission se fasse d'une manière graduelle ou régulière. Une observation directe me l'a appris. Toutes les séries d'expériences, et particulièrement la troisième et la quatrième qui avaient été spécialement combinées pour montrer cet accroissement graduel d'intensité, montrent d'une façon distincte que cet accroissement n'a pas lieu par degrés successifs, mais *per saltum.*

Il est facile, je pense, de comprendre comment cela se produit si nous considérons que l'intensité d'une inflammation transmise est déterminée non-seulement par celle de son antécédent

immédiat, ou, en d'autres termes, par la virulence du liquide transmis, mais aussi par l'état de l'individu animal qui en est l'objet. Si l'augmentation était graduelle, nous l'exprimerions dans toute sa vérité en la comparant à un processus de cultivation, c'est-à-dire en supposant que l'agent phlogogénique *lui-même*, en passant du corps d'un animal à celui d'un autre, subit un développement graduel de son pouvoir infectieux, d'une manière comparable à celle d'après laquelle nous imaginons les modifications graduelles d'une plante, causées par sa transplantation dans un sol différent de celui auquel elle était naturellement habituée. Le fait qu'il n'en est pas ainsi, et que dans une série de transmissions l'accroissement d'intensité de virulence se manifeste comme *per saltum*, ne peut avoir d'autre explication que celle déjà suggérée, à savoir, que les conditions individuelles de l'animal n'ont pas moins d'influence que les propriétés de la matière transmise.

Cela étant admis, il y a, pour ce qui concerne le cochon d'Inde, deux conditions auxquelles il faut attribuer de l'importance, à savoir, susceptibilité et résistance. La susceptibilité est à peu près assez égale en chaque cas pour que son influence soit inappréciable : en effet, nos observations montrent distinctement que des inflammations qui ne sont que le produit que de deux ou trois transmissions peuvent dans quelques cas présenter les caractères d'une extrême intensité. Quant à la résistance, elle ne présente pas une pareille uniformité; tous les cochons d'Inde sont au plus haut degré disposés à l'infection, mais tous ne sont pas à beaucoup près également capables de résister à ses effets. Beaucoup succombent avant que le processus ait eu le temps d'arriver à son point culminant, et pour cette raison ne fournissent que des produits d'un degré inférieur de virulence. Les produits les plus actifs sont fournis par les animaux qui ont *le plus longtemps* résisté aux processus *les plus intenses;* de sorte que si l'on me demandait par quelle méthode un virus phlogogénique de grande activité pourrait être obtenu avec le plus de certitude, je répondrais : en injectant tout d'abord un produit ne provenant pas de moins de deux transmissions à un nombre suffisant de

cochons d'Inde, et choisissant alors parmi eux, comme source de virus, l'animal qui aurait résisté le plus longtemps.

Le fait que chez le cochon d'Inde le processus inflammatoire transmis peut arriver *per saltum* à son plus haut degré d'intensité, même quand le liquide infectieux n'est le produit que de deux transmissions, rend cet animal impropre à servir de critérium ou de mesure quantitative des degrés de virulence, à l'exception des plus faibles ; de même qu'une balance à ressort qu'un poids de quelques onces tend presque à son maximum, ne pourrait servir à estimer le poids d'un objet qui se compterait par livres. C'est pour cette raison que nous avons recours à une mesure ayant moins de susceptibilité.

Nous trouvons cette mesure chez le chien ; car l'organisme du chien paraît être aussi contraire à l'infection que celui du cochon d'Inde y est disposé. Sous ce rapport, son état est probablement très-rapproché de celui de l'homme en bonne santé et pour ce motif le chien est une meilleure mesure de comparaison que le rongeur. Tous deux cependant ont leur valeur, car dans certains états de santé, la susceptibilité de l'organisme humain, qui normalement est intermédiaire entre celle des rongeurs et des carnivores, paraît être énormément accrue.

Chez le chien, comme je l'ai prouvé par un nombre suffisant d'expériences que je n'ai pas rapportées ici, l'injection d'un centimètre cube d'un liquide d'exsudation primitive, c'est-à-dire d'un liquide produit directement par injection d'ammoniaque ou de solution d'iode dans le péritoine, ne produit pas d'effet appréciable, non parce qu'un liquide de cette sorte est dépourvu de propriété infectieuse, car, comme nous l'avons déjà vu, il agit puissamment sur le cochon d'Inde, mais parce que les tissus vivants du chien ont assez de résistance pour contrebalancer son influence. Ce n'est que lorsque nous nous servons de produits d'exsudation du plus haut degré de virulence que nous obtenons ces effets décisifs dont nous avons donné des exemples dans les paragraphes précédents.

En employant le chien comme mesure de l'activité infectieuse d'un liquide d'exsudation, qu'il soit dérivé d'un animal de la

même espèce ou d'un rongeur, il est important non-seulement de déterminer par expérience la plus petite dose de l'agent ou de la matière à étudier, qui est capable de produire une infection fatale, mais aussi d'essayer de mesurer l'intensité d'action dans chaque cas par les manifestations pathologiques trouvées après la mort et par les symptômes pendant la vie. Pour ces derniers, le moyen le plus utile pour nous mettre à même de juger l'intensité d'un processus infectieux, est l'observation des changements de la température du corps à la suite de l'infection. Trois variétés principales de ces changements de température se sont montrées dans le cours de nos expériences. Dans ce qu'on peut appeler les cas normaux où un liquide d'une intensité modérée est employé, l'injection est suivie, après une très-courte période d'état latent par de violents frissons accompagnés d'une élévation rapide de la température, pendant et après laquelle l'animal a plus ou moins de vomissement et de ténesme, et a des évacuations muqueuses ou sanguinolentes. En second lieu, nous avons des cas représentant le plus petit degré appréciable d'action infectieuse, dans lesquels l'élévation de la température, si insignifiante qu'elle soit, est le seul signe de trouble constitutionnel; et enfin les cas où l'élévation de la température est légère aussi, mais pour une très-différente raison. Nous avons un très-bon exemple de ces derniers cas dans la série d'expériences IV. Les frissons commencèrent chez cet animal deux heures après l'injection; mais la température du corps, qui s'était maintenue auparavant d'une fraction d'un degré au-dessus de la normale, tomba rapidement après la troisième heure, jusqu'à ce que l'animal, dans un état de collapsus, mourût.

Ces phénomènes sont facilement compréhensibles, si l'on fait attention au rapport qui existe entre les changements de température et l'état de l'animal. Ce qu'on peut appeler l'effet normal de l'introduction d'un agent infectieux dans l'organisme, est la production de frissons et d'une pyrexie coïncidente et consécutive qui atteint son maximum au bout de trois ou quatre heures, et puis diminue. Mais ce type peut être modifié dans un sens d'exagération ou de diminution des phénomènes. Dans le premier cas,

quand l'absence de pyrexie est due à l'excès d'action infectieuse, cela n'indique pas que l'action qui, dans les cas moins graves, produit la pyrexie, soit absente ou même latente, mais que son influence est contrebalancée par d'autres et surtout par celles qui tendent à affaiblir d'une façon générale le système vital et à diminuer la circulation.

Malgré la relation apparemment intime entre l'élévation de la température et l'action infectieuse de la sorte que nous sommes en train d'étudier, on ne peut nullement considérer comme établi que cette élévation résulte directement de l'introduction de l'agent infectieux dans la circulation. Il y a au contraire raison de croire qu'ici, comme dans les cas d'infections spécifiques, la pyrexie est plutôt un résultat secondaire de processus ayant leur siége dans les régions enflammées, que d'une absorption directe du virus phlogogénique dans le sang; car nous avons observé à plusieurs reprises que même quand de considérables doses de liquides virulents étaient injectées directement dans la circulation, la fièvre résultante était souvent très-insignifiante. De là nous concluons que, bien que dans toutes les inflammations infectieuses la présence d'un agent producteur de fièvre soit clairement indiquée, ce serait une erreur de regarder les actions phlogogénique et pyrogénique, comme étant de nature identique.

En concluant, je dois parler des différences que présentent les liquides infectieux de différentes intensités. Ces différences sont si caractéristiques, qu'un observateur exercé n'a pas de difficultés à distinguer les propriétés fortement infectieuses d'un produit par ses caractères physiques et microscopiques, même quand il ne connaît pas les conditions pathologiques dans lesquelles il a été produit. Les produits fortement infectieux d'exsudation séreuse de cochons d'Inde ont toujours un poids spécifique élevé, ne se coagulent pas, et possèdent une viscosité si particulière, qu'à elle seule elle servirait de caractéristique. Ils sont en outre distingués par la présence des sphéroïdes et des haltères dont nous avons si souvent parlé, isolés dans le liquide, réunis en colonies ou masses nuageuses ou logés dans la substance cellulaire des corpuscules de pus. Chez le chien, les mêmes caractères se présentent, avec cette

importante différence — que je ne puis expliquer — que, comme le lecteur a dû le remarquer, les liquides ont presque toujours plus ou moins la couleur du sang, tandis que chez le cochon d'Inde ils ne sont jamais colorés. La teinte est très-souvent si intense, qu'on la pourrait croire provenir d'une extravasation. Il n'est cependant pas difficile de prouver le contraire, car l'examen microscopique prouve qu'il n'y a absolument pas de globules de sang, et si l'on examine ce liquide à l'œil nu et à la lumière transmise (comme par exemple entre deux lames de verre placées entre l'œil et la fenêtre), on voit qu'il est transparent. La matière colorante du sang, qui y est présente, n'y est donc pas dans son état naturel, mais dans un état semblable à celui qu'elle a dans le sang qui a été plusieurs fois gelé et dégelé, un fait dont la preuve peut être facilement obtenue en évaporant lentement une petite quantité du liquide d'exsudation dans un verre de montre. A mesure que l'évaporation se produit, l'hémoglobine cristallise.

En concluant, je crois utile de répéter ce sur quoi j'ai souvent eu occasion d'insister ailleurs, que la présence de formes organiques caractéristiques dans des liquides infectieux, n'est pas par elle-même une preuve que ces corps sont ou ne sont pas les causes de ses propriétés infectieuses. En inférant de la constance de leurs caractères et de l'invariabilité de leur présence qu'ils seraient les *agents* de la production des résultats pathologiques, nous serions autant en erreur que ceux qui, en présence de toutes les recherches sur ce sujet faites dans ces dernières années, soutiennent qu'ils sont sans valeur pathologique. Il n'est rien dans la nature, et surtout dans la nature organique, qui n'ait de signification, et l'intérêt que nous prenons à un phénomène ne doit être en rien diminué parce que nous ne connaissons pas ses rapports avec d'autres phénomènes avec lesquels nous le trouvons associé. Si ces infiniment petits organismes sont présents dans toute inflammation infectieuse intense, nous pouvons être certains qu'il y a une relation importante entre eux et le processus morbide.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA RÉGÉNÉRATION DU TISSU OSSEUX

Par M. V. FELTZ
Professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

PLANCHES IX ET X

Dans mes leçons d'anatomie et de physiologie pathologiques de l'hiver dernier, j'ai eu à traiter des *lésions des os*. Ne disposant plus des belles collections du musée de Strasbourg et n'ayant à Nancy que très-peu d'autopsies afférentes à mon sujet, j'ai dû m'adresser presque exclusivement à l'expérimentation pour remplacer ce que les désastres du pays nous ont si malheureusement enlevé en Alsace. J'ai de la sorte obtenu des résultats très-satisfaisants, dont quelques-uns concernant la régénération du tissu osseux ; c'est de ces derniers que je m'occuperai spécialement dans ce petit mémoire.

Tant pour les *résections* que pour les *évidements*, j'ai toujours opéré sur l'extrémité inférieure de la diaphyse du radius de chiens adultes, encore jeunes et très-vigoureux. J'ai choisi le radius pour différentes raisons : d'abord parce que cet os est très-facile à atteindre sans causer de grands dégâts, et ensuite parce que la résection ou l'évidement faits, on n'a pas à recourir à des appareils contentifs et extenseurs pour protéger les coques osseuses ou pour maintenir l'écartement des fragments ; le cubitus intact conserve la longueur du membre et s'oppose à la réunion des portions restantes du radius, maintenues en place par leurs attaches ligamenteuses et articulaires avec le cubitus.

L'opération faite, j'ai toujours pu abandonner les animaux à eux-mêmes ; ils se chargeaient du nettoyage des plaies et réussissaient mieux que je n'eusse pu le faire. Sur *six chiens* opérés, *trois* ont suffisamment vécu pour nous montrer le *modus faciendi*

qu'emploie la nature dans la réparation des pertes de substance de la matière osseuse; les autres ont succombé trop rapidement à des accidents de suppuration et d'ostéomyélite pour que nous en ayons pu tirer des conclusions.

Expérience Ire. — *Évidement de l'extrémité inférieure de la diaphyse du radius; suppuration pendant deux mois. Guérison complète après quatre-vingt-dix jours* (fig. 1).

Après le cours du 21 décembre 1874, nous mettons à nu, chez un chien se trouvant dans les conditions ci-dessus, l'extrémité inférieure du radius droit par une incision de 2 centimètres de longueur. Nous tombons presque immédiatement sur la face antérieure de la diaphyse de l'os que nous perçons de deux trous à *un centimètre et demi* de distance l'un de l'autre; le canal médullaire atteint, ce que nous indique l'arrivée du sang, nous enlevons, à l'aide de la gouge et du maillet, la partie de l'os comprise entre les deux trous. Grâce à ce jour, nous pouvons enlever la moelle mise à nu et sculpter, à l'aide de petits ciseaux courbes et droits, une coque osseuse n'ayant pour paroi qu'une très-mince couche osseuse soutenant le périoste que nous respectons soigneusement. L'évidement terminé, nous plaçons un point de suture sur la peau, et nous abandonnons le chien, qui se met immédiatement à lécher sa plaie. Le lendemain le point de suture n'existe plus, la plaie est béante, mais très-propre; bientôt la suppuration commence, des bourgeons charnus se montrent et ne tardent pas à tapisser toute la surface dénudée. A la fin du premier mois, il existe une cicatrice fibreuse avec persistance d'une simple fistule qui jette du pus et à travers laquelle on touche les surfaces osseuses. Cette ouverture fistulaire se maintient environ un mois; au bout de ce temps la cicatrice est complète; elle adhère à l'os, et au-dessous d'elle on sent un corps dur qui n'est autre que le radius gonflé et manifestement plus gros que celui du côté opposé, normal. L'animal n'a pour ainsi dire jamais cessé de marcher; au début, il ne touchait pas le sol de la jambe malade et ne s'est réellement servi de cette dernière qu'après la cicatrisation apparente. Nous le laissons vivre encore un mois à dater du moment de la complète guérison du membre. Nous l'empoisonnons avec du sang septique le 23 mars; il succombe le 27.

L'autopsie est faite presque immédiatement après la mort; l'os opéré est trouvé dans l'état suivant:

Au niveau de l'évidement, la cicatrice est très-adhérente à l'os, dont on ne peut la détacher qu'à l'aide du scalpel. Notre préparateur, M. Rouyer, dissèque les deux os du membre, et nous constatons qu'au niveau du traumatisme il y a un épaississement manifeste de l'os et du périoste. Ce dernier n'a pas changé de couleur ni de texture; il n'est pas plus vasculaire au niveau de la plaie que sur d'autres points de la dia-

physe. Rien de particulier dans l'espace interosseux, si ce n'est une légère saillie de l'os analogue à celle que l'on remarque sur les faces antérieures et latérales et de laquelle résulte l'espèce d'épaississement de l'os que nous venons de signaler. Nous détachons le radius et nous le divisons sur toute sa longueur par un trait de scie, qui nous montre que l'augmentation de volume au niveau de la partie évidée tient à l'os lui-même et nullement au périoste ; le canal médullaire n'existe plus, il est rempli d'un tissu dont les caractères macroscopiques sont ceux d'un tissu osseux très-irrégulièrement aréolaire, qui se continue en bas avec la substance spongieuse de l'épiphyse; il s'arrête en haut brusquement dans le tissu médullaire encore existant dans le canal central du radius. Sur le pourtour la néoplasie osseuse centrale se continue avec les lames compactes de la diaphyse évidée. On distingue très-bien l'amincissement de cette dernière et la juxtaposition d'un tissu nouveau qui contraste avec l'ancien par sa bousouflure et l'épaisseur de ses lames ou rayons.

Le périoste ne se détache pas plus difficilement de l'os au niveau de la tuméfaction que sur d'autres portions de la diaphyse qui n'ont pas été touchées.

Après avoir montré à nos élèves tous les détails de la pièce anatomique résultant de l'opération qu'ils avaient vu pratiquer le 21 décembre, nous passons à l'examen histologique :

Nous trouvons le périoste intact; il nous est impossible de faire des différences entre les préparations faites avec le périoste pris au niveau du traumatisme et celles choisies dans cette membrane sur des points évidemment normaux.

Quant au tissu dur, il présente tous les caractères du tissu osseux, avec cette différence que la disposition des corpuscules osseux est très-irrégulière, surtout dans les parties profondes. Sous le périoste la disposition des ostéoplastes est au contraire aussi symétrique que dans n'importe quelle autre lame sous-périostique normale. L'irrégularité de disposition des corpuscules osseux va en augmentant à fur et à mesure que l'on s'éloigne de la périphérie. De distance en distance ce tissu osseux présente de grandes lacunes semblables à celles que l'on rencontre dans les os plats et dans toute production osseuse de nouvelle formation (fig. 1).

Nous ne trouvons nulle part trace d'un tissu cartilagineux plus ou moins parfait, ni d'un tissu conjonctif quelconque. Dans les lacunes de la trame osseuse centrale nous apercevons les éléments normaux de la substance médullaire, des médullocelles et quelques myéloplastes, et déjà un certain nombre de capsules adipeuses. L'acide chlorhydrique dissout les sels qui incrustent la substance fondamentale.

Remarques. — La reproduction du tissu osseux ne peut être mise en doute dans cette observation ; tous les caractères anatomiques, histologiques et chimiques l'indiquent jusqu'à l'évidence.

D'un autre côté, l'examen des coupes faites suivant la profondeur de l'os nous montre, par la disposition régulière des corpuscules, leur égalité de volume, leurs anastomoses radiculaires, que la coque osseuse laissée lors de l'évidement n'a pas subi de modifications. Le tissu osseux nouveau tranche sur l'ancien par l'irrégularité de disposition des ostéoplastes, la diversité de forme et de volume de ces derniers (fig. 1).

D'où procède cet os nouveau? Est-ce du périoste? Cette hypothèse n'est guère admissible, vu l'état du périoste et des couches osseuses périphériques, qui sont très-certainement anciennes. Du reste s'il en était ainsi, l'irrégularité de l'ossification se montrerait jusque sous le périoste et ne s'arrêterait pas précisément au niveau de la coque laissée par l'opération. Si ce n'est pas le périoste qui peut être mis en cause, faut-il songer au tissu médullaire? En ce cas comment se fait-il que l'ossification se soit précisément arrêtée au niveau du point où la moelle a été détruite? On devrait, dans cette hypothèse, trouver de l'os nouveau dans les parties médullaires non détruites lors de l'évidement, mais irritées par cette opération.

Faut-il admettre que l'os régénéré vient directement de l'os, comme semble l'indiquer la disposition de la nouvelle formation osseuse? C'est ce que nous indiqueront les expériences suivantes :

Expér. II. — *Résection du radius dans l'étendue d'un centimètre ; le périoste est compris dans la résection. Guérison au bout de deux mois; autopsie* (fig. 2, 3, 4).

Chez un chien de forte taille, jeune et vigoureux, nous mettons à nu, à la fin du cours du 3 janvier 1875, l'extrémité inférieure de la diaphyse du radius de l'avant-bras droit; nous isolons de toute part l'os sur une étendue d'un centimètre, nous incisons circulairement le périoste aux deux extrémités de la parcelle osseuse que nous venons de délimiter ; nous enlevons ensuite par deux traits de scie le fragment circonscrit par nos deux rainures périostiques. L'opération faite, nous nous assurons de l'excision du périoste en dépouillant l'os enlevé de son revêtement membraneux. L'hémorrhagie dépendant de la résection, quoique assez abondante, s'arrête au bout de quelque temps, grâce à l'interposition entre les deux fragments d'un morceau d'éponge préparée.

Après quelques jours, la suppuration s'établit et des bourgeons char-

nus ne tardent pas à rétrécir peu à peu la plaie, si bien qu'au bout d'un mois il n'existe plus de solution de continuité. Au niveau de la résection nous sentons à ce moment une tumeur ovoïde, dure, très-résistante. L'animal a ménagé sa patte jusqu'à la complète cicatrisation extérieure. Le tissu qui recouvre la nodosité de nouvelle formation a tous les caractères d'une cicatrice fibreuse; elle est dépourvue de poils; est fortement adhérente à l'os. Nous sacrifions l'animal le soixantième jour.

La dissection de ces parties nous montre que la lacune que nous avions créée se trouve comblée par une tumeur assez régulièrement ovoïde, mesurant dans son petit diamètre l'étendue de l'os enlevé, c'est-à-dire 1 centimètre, et 15 millimètres dans le diamètre transversal (voyez fig. 2 et 3). Cette néoplasie est dure au toucher, recouverte d'une membrane fibreuse blanchâtre, très-mince, ne présentant pas d'aspérités de surface, si ce n'est du côté où elle touche le cubitus. Nous enlevons cette membrane de revêtement, et nous distinguons alors au milieu de la tumeur et sur tout son pourtour une ligne blanche d'un millimètre de largeur, dans laquelle on peut assez facilement enfoncer l'ongle (voyez fig. 2 et 3 *a*). Cette petite bande de tissu blanc est assez élastique. Divisée du haut en bas, suivant la longueur du radius, la tumeur nous présente une surface de section très-régulière, sur le milieu de laquelle nous distinguons encore la bande blanche élastique que nous avons signalée sur le pourtour. Cette surface de section nous permet aussi de constater que la substance qui compose le néoplasme est manifestement du tissu osseux, abstraction faite toutefois de la bande médiane qui offre tous les caractères extérieurs du tissu cartilagineux. Du côté inférieur le tissu de nouvelle formation se continue directement avec celui de l'épiphyse ; vers le haut il ferme le canal médullaire du radius, suivant une ligne transversale très-nette. Le canal médullaire persistant est rempli d'une moelle rougeâtre. Nos dessins reproduisent très-exactement la disposition de la tumeur que nous venons de décrire tant sur la face antérieure que sur la face latérale du radius (fig. 2 et 3).

La structure apparente du tissu de nouvelle formation qui constitue notre cicatrice osseuse est plutôt celle de lames compactes que celle d'un tissu spongieux ; ce n'est qu'aux limites inférieure et supérieure, c'est-à-dire dans les points les plus éloignés de la bande blanche médiane, que la disposition aréolaire commence à se marquer. Il est très-facile de s'assurer de cette particularité à l'aide d'un trait de scie portant sur les deux espèces de substance : aux extrémités, en effet, les lacunes sont remplies par de la moelle entraînée par la scie ; au centre au contraire l'aspect mosaïque n'existe pour ainsi dire pas. Après avoir attiré l'attention des élèves sur toutes ces dispositions macroscopiques, nous procédons à l'examen histologique.

La membrane fibreuse lamelleuse qui recouvre le cal est composée de tissu conjonctif dont les fibres sont plus ou moins tassées les unes contre les autres ; on distingue quelques rares fibres élastiques et très-

peu d'éléments ou de corpuscules cellulaires. La structure de cette membrane ne peut être comparée à celle d'un périoste recouvrant un os à la période d'ossification; autrement nous aurions trouvé dans les couches profondes de la membrane la couche cellulaire nucléaire (ostéogène) si caractéristique qui occupe en semblable circonstance la surface de l'os en voie de formation ou les profondeurs du périoste.

Quant au cal, il se compose de tissu osseux franc; les corpuscules sont partout très-distincts, ils sont plus ou moins régulièrement disposés autour des cavernules moniliformes de Havers. Les coupes faites aux deux extrémités de l'os nouveau ne diffèrent de l'os ancien que par la présence d'une substance fondamentale plus noire et plus grenue. Dans la bande blanche qui divise ce cal en deux portions à peu près égales, le microscope révèle un tissu cartilagineux complet, à substance fondamentale très-homogène et à cellules cartilagineuses très-nombreuses, les unes très-nettement isolées, les autres juxtaposées, tassées en groupe comme dans tout cartilage d'ossification. Sur les coupes qui portent à la fois sur la bande blanche et sur les deux côtés de celle-ci, on voit très-distinctement qu'il s'agit en effet d'un cartilage en voie d'ossification (fig. 4).

Toutes les transitions du cartilage au tissu osseux se distinguent: en A, les cellules cartilagineuses sont des plus nettes; viennent en B l'infiltration calcaire et la déformation des cellules cartilagineuses; en C se voient la substance fondamentale osseuse avec les ostéoplastes disposés plus ou moins correctement autour des grandes lacunes F, F, remplies de noyaux et de médullocelles qui seront les canaux de Havers.

Remarques. — On ne peut mettre en doute qu'il ne s'agisse ici d'une ossification par substitution. Il est de toute évidence que le cal osseux s'est formé aux dépens d'un tissu cartilagineux qui occupait primitivement tout l'interstice que nous avions produit par notre résection et dont la bande blanche médiane signalée est le dernier vestige. Peut-on admettre que ce cartilage soit d'origine périostique et qu'il ait été précédé de la reformation de cette enveloppe de l'os? Certes non, car autrement nous aurions retrouvé sur un point quelconque, surtout au niveau de la bande cartilagineuse encore existante, le *cartilage d'envahissement* de Robin, la *couche ostéogène* d'Ollier ou *squelettogène* de Stieda. D'un autre côté, si cette hypothèse était vraie, nous aurions vu l'ossification se faire de la périphérie vers le centre, ce qui n'est pas dans notre cas, où l'ossification a très-certainement marché des deux extrémités du cal vers le milieu de

celui-ci. Il est également très-difficile d'admettre que le cartilage de cicatrisation ait été le résultat d'un travail médullaire, car si la moelle était pour quelque chose dans cette formation, il est à présumer que le cal, cartilagineux d'abord, osseux ensuite, aurait plus ou moins empiété sur le canal médullaire central de la diaphyse et sur les canaux de Havers sectionnés; or, la limite du cal osseux de ce côté est si nette, que l'on est en droit d'affirmer que le cartilage d'ossification ne s'est pas formé aux dépens de la moelle par transformation directe des médullocelles, des myéloplastes où des corpuscules conjonctifs que l'on rencontre dans la moelle normale.

Expér. III. — *Résection complète du radius, os et périoste; suppuration. Mort le vingt et unième jour* (fig. 5, 6, 7, 8 et 9).

Le 1er février 1875, nous mettons à nu, en présence des élèves qui suivent le cours, l'extrémité inférieure de la diaphyse du radius droit d'un chien d'environ dix-huit mois; nous enlevons 9 millimètres de toute l'épaisseur du radius, au-dessus de l'épiphyse inférieure. Le périoste est certainement excisé, car nous en dépouillons très-facilement le fragment reséqué. L'hémorrhagie médullaire arrêtée, nous abandonnons l'animal à lui-même.

Au bout de quelques jours, le gonflement de la peau et des parties molles disparaît, la suppuration s'établit et des bourgeons charnus végètent sur tous les points de la plaie, si bien qu'à la fin du second septénaire la cicatrisation est presque faite; il ne reste qu'une fistule centrale par laquelle on peut pénétrer jusqu'aux os.

Pour nous bien rendre compte de l'état des parties et des différentes périodes de l'ossification, nous sacrifions l'animal le vingt et unième jour de l'opération. Nous trouvons ce qui suit : La solution de continuité de la diaphyse du radius est encore très-nettement indiquée et occupée par un tissu mollasse dont la forme est celle d'un cône à base dirigée en bas (voyez fig. 4 *a*). Cette base fait corps avec la surface de section inférieure de l'os. Le sommet du cône est dirigé en haut et se continue non avec tout le pourtour de la section supérieure, mais seulement avec l'intérieur de l'os et les deux tiers postérieurs de la circonférence de la diaphyse; le tiers antérieur du pourtour de la section diaphysaire est nécrosé. La portion nécrosée du radius a une forme triangulaire (voyez fig. 5 et 6 *b*, *b*); la base du triangle est tournée vers la section : le sommet s'étend sur la diaphyse dans une étendue de 3 à 4 millimètres. C'est évidemment ce petit séquestre du radius sur lequel tombait notre sonde introduite à travers la fistule. Cette mortification est très-probablement due à un décollement ou à un arrachement périostique survenu pendant

l'opération. Tout autour du coin mortifié le périoste est épaissi et tuméfié, d'où un talus qui limite très-bien la lésion accidentelle (voyez fig. 5 et 6).

Le tissu qui constitue le cal mou, remplissant la cavité osseuse produite par notre opération, a la forme d'un pain de sucre et nous présente des teintes différentes du sommet à la base. Le sommet est d'un rouge clair qui s'efface à mesure que l'on va vers la base où la couleur est blanchâtre; la consistance varie également: du côté de l'épiphyse du radius, le tissu nouveau est ferme, résistant et élastique. A l'extrémité opposée il est au contraire mollasse, il se laisse écraser sous le doigt et saigne facilement. Une particularité digne de remarque, c'est que la base du cône est comme coiffée d'une membrane qui a l'aspect fibreux et qui s'arrête au niveau de la diminution de consistance du tissu; il y a là comme un périoste ou un périchondre. Ce qui le prouve, c'est qu'en soulevant le périoste de l'os et en l'arrachant par lambeaux, les filaments entraînés se détachent jusque sur le cal; le tissu sous-jacent blanchâtre, comme nous l'avons dit, a tous les caractères extérieurs du cartilage; le sommet du cal au contraire ressemble à un amas de bourgeons charnus tassés.

L'examen histologique est pratiqué d'abord de la base du cône au sommet, et du pourtour vers le centre. Il en résulte que le tissu mou est uniquement constitué dans toute son épaisseur de noyaux ovalaires ou ronds, grenus ou transparents, mesurant $\frac{1}{300}$ à $\frac{1}{150}$ de millimètre. Ces noyaux sont tassés les uns sur les autres, d'où des déformations angulaires et polyédriques; traités par l'acide acétique, ils deviennent plus clairs, se rapetissent et montrent des nucléoles; pas ou peu de substance internucléaire (voyez fig. 7). En s'élevant vers la base, on voit ces noyaux grossir, mesurer de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{50}$ de millimètre, se cellulariser. Une substance fondamentale, hyaline, s'interpose ensuite, si bien qu'à un moment donné, on a sous les yeux un véritable cartilage embryonnaire, tant pour les caractères anatomiques que pour les caractères chimiques (voyez fig. 8 et 9, en *a a*). Tout à la base du cône ce cartilage embryonnaire passe à l'état osseux, comme l'indiquent l'infiltration calcaire et l'apparition des ostéoplastes (voyez fig. 9, en *b*).

Toute l'épaisseur du tissu nouveau est structurée comme nous venons de le dire, sauf tout à fait à la périphérie, où l'on voit les éléments cartilagineux prendre la forme allongée que l'on rencontre si souvent dans les couches profondes du périchondre ou du périoste, au moment de l'accroissement régulier des os et des cartilages (voy. fig. 8, en *b*). Il est très-facile de s'assurer que la formation du cartilage embryonnaire se fait dans toute l'épaisseur de la masse du cal, et pas seulement à la périphérie, par la comparaison des coupes faites tant sous l'espèce de périchondre déjà formé que dans l'intérieur même du cal. S'il n'en était pas ainsi, nous aurions certainement trouvé des couches à partie centrale encore nucléaire et à partie périphérique franchement cartilagineuse; or il n'en est rien. De même la juxtaposition de coupes faites dans les

régions du cal déjà ossifié montre clairement que ce travail ne commence pas à la périphérie, mais bien dans les parties centrales du cal cartilagineux.

Remarques. — Il ressort de cette expérience qu'avant toute réunion cartilagineuse ou osseuse, la solution de continuité pratiquée par nous sur le radius se trouve comblée par un tissu mou, blanc grisâtre, essentiellement formé par des noyaux embryoplastiques, dans lequel prennent naissance les éléments anatomiques qui caractérisent le cal provisoire d'abord, définitif ensuite.

Si l'on examine contradictoirement les faits saillants de nos expériences, si l'on compare les pièces anatomiques entre elles, on arrive à conclure : 1° qu'il peut se faire des cicatrices osseuses en dehors de la participation du périoste, comme le démontre l'évidement de notre première expérience ; 2° que cette cicatrisation se fait par suite de l'ossification d'un cartilage de nouvelle formation, comme l'indiquent les pièces de notre deuxième expérience ; et 3° que tout cal provisoire ou définitif procède d'un tissu mou que l'on peut appeler embryonnaire, qui a la constitution histologique des moignons de membre chez le fœtus et dans lequel se développent des tissus anatomiques transitoires ou permanents, suivant les lois habituelles de l'embryogénie.

D'où procède ce tissu embryoplastique? Du périoste? comme le veulent certains auteurs ; de la substance médullaire? comme le prétendent d'autres; ou enfin ne serait-il pas le fait d'une genèse directe ?

On ne peut le faire dériver d'une prolifération des éléments plasmatiques du périoste, pour différentes raisons, dont la plus essentielle est qu'il se développe dans l'os même dans les cas d'évidement, alors que le périoste est séparé de la solution de continuité proprement dite par des lames osseuses qui continuent à vivre : d'ailleurs on ne peut invoquer, dans les résections totales de la diaphyse des os, l'origine périostique du tissu embryonnaire ; il faudrait pour cela admettre une réformation préalable du périoste et une ossification allant de dehors en dedans. Nos trois expériences sont en tout point formellement opposées à cette manière de voir.

Peut-on rattacher ce tissu embryonnaire à la prolifération de la moelle osseuse des grands et petits canaux de Havers? Il faudrait pour cela pouvoir démontrer l'identité parfaite, anatomique et physiologique entre la moelle jeune et le tissu dont il s'agit; or, ni les caractères histologiques, ni les réactions chimiques, ne permettent une semblable affirmation. Du reste si l'ossification se faisait aux dépens d'une moelle jeune revenue sous l'influence de l'irritation traumatique, nous ne comprendrions guère pourquoi l'os nouveau n'empiéterait pas, et sur le canal médullaire central de l'os reséqué, et sur tous les canaux de Havers ouverts par nos sections et dans lesquels la moelle rajeunit également au début du travail de réparation. — Bien loin d'observer une condensation dans les parties du tissu osseux restant et touchant l'os de nouvelle formation, il y a très-certainement de la raréfaction, ce qui pour nous est une preuve que ce n'est pas aux dépens de la moelle jeune que se fait le nouvel os.

Le tissu embryoplastique, aux dépens duquel s'effectue la reformation du périoste, du cartilage, de l'os, différant absolument des tissus conjonctif et médullaire jeunes, qui sont d'emblée individualisés et par le fait incapables de changer de type, il semble être du tissu embryonnaire, analogue à celui qui constitue le moignon des membres chez le fœtus, et par conséquent le résultat probable d'une genèse directe.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE IX.

Fig. 1. Disposition de l'os nouveau comparée à celle de la couche sous-périostique respectée par l'évidement (voy. observation I). — Nachet, obj. 3, ocul. 2. Grossissement 350.

Fig. 2. Excision d'un centimètre de la diaphyse du radius. Face latérale. Reproduction de tissu osseux qui fait une saillie dans l'espace interosseux (voy. obs. II). — Réduction au tiers.

Fig. 3. Face antérieure du même os. Reproduction d'un tissu dur dont la partie médiane est restée cartilagineuse (voy. obs. II). — Réduction au tiers.

FIG. 4. Toutes les transitions du cartilage en tissu osseux.

A. Cellules cartilagineuses.

B. Infiltration calcaire. Déformation de cellules cartilagineuses.

C. Substance fondamentale osseuse avec ostéoplastes autour des lacunes F, remplies de médulocelles (voy. obs. II). — Grossiss. 350; Nachet, ocul. 2, object. 3.

PLANCHE X.

FIG. 5. Excision de 9 millim. de la diaphyse du radius et du périoste.

A. Face antérieure.

B. Portion triangulaire de l'os nécrosé (voy. obs. III). — Réduction au tiers.

FIG. 6. Face latérale du même os.

A. Portion du tissu mou qui remplit la lacune.

B. Nécrose, par décollement du périoste, d'une partie de la diaphyse (voy. obs. III).

FIG. 7. Noyaux embryoplastiques qui constituent tout le sommet du cal mou (voy. obs. III). — Grossiss. 350; Nachet, ocul. 2, object. 3.

FIG. 8. Transformation du tissu embryoplastique en cartilage et en périchondre (voy. obs. III). —Gross. 350; Nachet, ocul. 2, object. 3.

FIG. 9. Passage de ce tissu cartilagineux en tissu osseux (voy. obs. III). — Gross. 350; Nachet, ocul. 2, object. 3.

RECHERCHES

SUR

QUELQUES ÉPITHÉLIUMS PLATS

DANS LA SÉRIE ANIMALE

(DEUXIÈME PARTIE)

Par MM. F. TOURNEUX et G. HERRMANN

PLANCHES XI ET XII

Dans la première partie de ce travail nous avons passé en revue les épithéliums séreux des différents animaux jusqu'aux mammifères (1). Nous avons vu que partout ces épithéliums se présentaient comme des couches continues, sans perforations ni stomates, et que les apparences anatomiques décrites comme des voies de communication avec les lymphatiques, en particulier chez la grenouille, pouvaient être ramenées à des centres de formation cellulaire.

Cette seconde partie a surtout pour objet l'étude du centre tendineux du diaphragme, et des différents aspects qui ont donné lieu à l'interprétation de stomates sur sa face péritonéale. Nous essayerons d'établir que les séreuses présentent également chez les mammifères une surface non interrompue, et qu'elles forment de véritables sacs sans ouvertures, si l'on excepte toutefois les deux orifices de communication du péritoine avec l'extérieur au niveau des trompes, sur lesquels nous aurons d'ailleurs à revenir. Nous tâcherons, en outre, de montrer que les formations qu'on observe à la face inférieure du centre phrénique du lapin, et qu'on désigne sous le nom de *puits lymphatiques*, reconnaissent pour cause une disposition toute différente.

Nos recherches ont porté sur les espèces suivantes : le lapin, le lièvre, le chien, le chat, le cochon d'Inde, le rat, la taupe,

(1) Voy. *Journal de l'anatomie*, numéro de mars-avril, 1876.

le mouton, le veau, etc. C'est en nous fondant sur la comparaison des résultats obtenus sur eux que nous décrirons successivement l'épithélium de certaines séreuses chez les mammifères. Voici l'ordre que nous suivrons : péritoine, tunique vaginale, plèvre, péricarde et gaînes tendineuses. Nous renvoyons à la fin de ce travail l'étude du centre phrénique ; l'importance qu'on lui a accordée dans ces dernières années nous oblige à en donner une description toute spéciale.

PÉRITOINE.

La forme de l'épithélium péritonéal varie considérablement, non-seulement d'un animal à l'autre, mais encore suivant les régions chez le même animal. C'est ainsi que chez la brebis les cellules qui tapissent la face externe du pavillon de la trompe offrent une régularité parfaite, tandis que sur le mésentère leurs bords sont plus ou moins sinueux. On peut dire en général que sur les parties membraneuses minces, mésentère, grand épiploon, ligament falciforme, ligament ovarien, etc., les contours des cellules se chargent de nombreuses dentelures, tandis que leur diamètre augmente. En même temps les limites cellulaires deviennent d'une imprégnation beaucoup plus difficile, et exigent, pour apparaître nettement, une imbibition prolongée dans le bain de nitrate d'argent.

Nous avons coutume, dans ce cas, surtout en ce qui regarde le grand épiploon, d'étaler rapidement la membrane dans de l'eau distillée, puis de remplacer l'eau distillée par une solution de nitrate d'argent à 3 pour 1000, qu'on laisse agir pendant un quart d'heure environ. Si les précipités qui se forment sont par trop abondants, il est avantageux de renouveler plusieurs fois la solution de nitrate d'argent. Cette difficulté qu'on éprouve à délimiter par le nitrate d'argent les cellules épithéliales qui tapissent les membranes minces peuvent se rapporter, selon nous, à deux causes : d'une part à une minceur particulière des cellules dans ces régions, et de l'autre à ce fait que le fond sur lequel elles reposent influence la réaction. Plus ce fond sera

épais (1), plus l'imprégnation se fera facilement. Il arrive fréquemment, pour le grand épiploon en particulier, que toutes les cellules soient délimitées au niveau des grosses travées vasculaires, tandis qu'ailleurs on ne distingue pas trace des contours cellulaires. Il en est de même du mésentère, dont on obtient difficilement une bonne imprégnation.

Continuation de l'épithélium péritonéal avec l'épithélium vibratile des trompes. — Le passage de l'épithélium péritonéal à celui des trompes présente des caractères constants dans toute la série animale. Nous avons vu précédemment que chez les reptiles (lézard) les cellules à cils vibratiles tapissant la concavité du pavillon ne s'arrêtaient pas au bord libre de ce dernier, mais le contournaient sur sa face externe dans une certaine étendue, pour se continuer au delà avec l'épithélium péritonéal.

Cette disposition se retrouve également chez les oiseaux et chez les mammifères. Parmi ces derniers, nos recherches ont surtout porté sur le pavillon de la trompe de la brebis, particulièrement favorable à ce genre de recherches en raison de ses dimensions et de la régularité de son bord libre, qui permet de l'étaler sur une large surface.

Nous avons eu simultanément recours pour l'étudier à l'imprégnation et à la macération dans la liqueur de Müller. Cette dernière méthode offre ici ce grand avantage de pouvoir déterminer d'une façon précise l'endroit où cesse l'épithélium prismatique à cils vibratiles, et où commence l'épithélium péritonéal. L'imprégnation donne surtout d'excellents résultats pour une vue d'ensemble. Elle doit être prolongée pendant un certain temps.

Nous supposerons la face péritonéale du pavillon tournée en haut. En partant du bord libre, on rencontre d'abord un liséré foncé sous l'influence du nitrate d'argent, d'une largeur variable (0,7 à 1 millimètre chez la brebis), entièrement composé de cellules épithéliales prismatiques, dont les limites respectives sont représentées par celles d'autant de petits polygones irréguliers

(1) Il nous a paru résulter, des nombreuses nitrations que nous avons faites, que les qualités *optiques* du tissu sur lequel repose l'épithélium ont une influence décisive sur la nitration.

et mal délimités. Ces cellules sont pourvues dans toute cette étendue de cils vibratiles, ainsi qu'il est facile de le constater sur des préparations traitées par la liqueur de Müller. Du côté de l'épithélium péritonéal ce liséré se termine par un bord net et tranché. Au delà on trouve plusieurs rangées de petites cellules dont le grand axe est parallèle à la ligne de séparation, et qui établissent la transition entre l'épithélium prismatique et l'épithélium péritonéal. Ce dernier se compose, sur le pavillon, de cellules régulièrement polygonales, mesurant 10 à 15 μ de diamètre et pourvues d'un noyau volumineux. Ces cellules se distinguent des épithéliums nettement plats des séreuses par une épaisseur notable (3 à 4 μ), dont on se rend facilement compte sur des coupes. On peut, du reste, sur des pièces qui ont séjourné longtemps dans la liqueur de Müller, enlever par le raclage de larges lambeaux d'épithélium sur lesquels on distingue très-nettement les limites cellulaires. A mesure qu'on s'éloigne du bord libre du pavillon, les cellules augmentent de largeur en même temps qu'elles s'aplatissent, et se continuent insensiblement avec l'épithélium lamelleux qui tapisse la surface du péritoine.

La description que nous venons de donner de la transition épithéliale qui a lieu à la face externe du pavillon de la trompe chez la brebis peut aussi s'appliquer dans ses points généraux au chat et au lapin. Seulement ici, comme le bord du pavillon est plus ou moins frangé, la ligne de séparation entre l'épithélium prismatique et l'épithélium péritonéal n'est pas régulière ; il arrive fréquemment que l'une des deux formes épithéliales empiète plus ou moins sur l'autre. C'est également ce qu'on observe sur le pavillon de la trompe des oiseaux (pigeon).

Grand épiploon. — Certaines parties des séreuses abdominale et thoracique qui forment primitivement une lame continue chez l'embryon et chez le jeune, se percent d'orifices par les progrès de l'âge. Cela s'observe en particulier pour le grand épiploon, le ligament méso-péricardique, et aussi en partie pour le feuillet droit du médiastin antérieur (1). Chez un même animal, ces diverses

(1) La série animale nous offre encore d'autres exemples de semblables membranes

membranes fenêtrées offrent le même caractère. Chez le lapin, le grand épiploon et le méso-péricarde sont tous deux des lames percées de trous, tandis que chez le cochon d'Inde, le rat, la souris, la taupe, le chien, le chat et l'homme, on trouve, en place de ces deux membranes, un reticulum parfois très-élégant ; ce dernier est constitué par des travées très-fines limitant des mailles beaucoup plus étendues. Cependant la réticulation du ligament méso-péricardique apparaît postérieurement à celle de l'épiploon ; c'est ce qui explique peut-être pourquoi elle y est généralement moins prononcée.

Sans entrer dans une description détaillée des différences d'aspect que présente ce reticulum dans la série des mammifères, nous nous arrêterons plus spécialement à certains phénomènes de prolifération dont il peut être le siége.

C'est à ces phénomènes que nous croyons devoir rattacher en partie les amas décrits par certains auteurs (Ranvier). Quelques observateurs considèrent ces productions comme étant d'ordre pathologique (Rindfleisch) ; néanmoins leur présence constante chez la plupart des animaux, cochon d'Inde, chat, etc., nous porte à les attribuer à un processus normal. Nous les avons surtout constatées fort nettement sur l'épiploon et le méso-péricarde du cochon d'Inde, qui servira de type à notre description. Le procédé le plus favorable consiste à fixer l'épiploon par l'alcool et à le colorer ensuite au moyen de la purpurine. Grâce à sa grande affinité pour les éléments nucléaires, cette substance colorante permet de suivre distinctement des phénomènes de segmentation dont il serait difficile de se rendre compte en employant le carmin ou l'hématoxyline.

Voici ce qu'on observe sur un épiploon bien étalé de cochon d'Inde :

On voit appliqués sur certains points du réseau constituant l'épiploon des filaments très-minces, granuleux, auxquels sont appendus d'espace en espace des amas cellulaires plus ou moins

réticulées. Tel est le cas pour le mésentère de certains poissons (*Gobius*) et pour le ligament ovarien chez les lacertiens. Nous avons déjà signalé dans le groupe des échinodermes le mésentère fenêtré de l'holothurie.

volumineux. Ces filaments s'anastomosent parfois entre eux, et sont reliés par places par des prolongements très-grêles aux mailles de l'épiploon. Les amas cellulaires peuvent quelquefois être fixés directement à la surface d'une travée, ainsi que Klein l'a très-bien décrit et figuré (1). Ce fait se rencontre en particulier sur le ligament méso-péricardique du chat.

Les éléments qui composent ces amas diffèrent complétement des cellules épithéliales du péritoine. Aussi est-il assez difficile, à première vue, d'en déterminer l'origine. Ce sont des cellules sphériques, légèrement granuleuses, et pourvues d'un noyau volumineux souvent étranglé en bissac, ce qui semble indiquer que ces agglomérations sont le siége d'un travail actif de prolifération. Il est fréquent, du reste, de trouver deux et même plusieurs noyaux dans un même corps cellulaire.

Quant au mode de formation de ces amas cellulaires, nous croyons devoir le rattacher, avec Klein et d'autres observateurs, à une prolifération des cellules épithéliales qui recouvrent les travées de l'épiploon. On voit en effet, à certains endroits, les noyaux de ces cellules devenus plus volumineux soulever légèrement le corps de la cellule épithéliale et proéminer à l'intérieur d'une maille épiploïque. Ailleurs la saillie est plus accusée ; le noyau s'est écarté davantage de la surface du reticulum et présente en son milieu un étranglement plus ou moins prononcé. A un stade plus avancé, la segmentation s'est effectuée complétement et a donné naissance à deux noyaux. La portion du corps cellulaire qui renferme ces derniers est refoulée de plus en plus vers l'extérieur, et il arrive un moment où elle n'est plus rattachée à l'épiploon que par un pédicule très-mince. On est dès lors en présence d'un élément nouveau, distinct de la cellule épithéliale dont il provient. A mesure que le pédicule s'allonge de plus en plus, on voit la segmentation du corps cellulaire suivre celle du noyau, donner d'abord naissance à deux cellules, puis à quatre, jusqu'à la formation de ces amas volumineux que nous avons signalés plus haut. Nous avons essayé de repré-

(1) Klein, *Handbook for the physiological Laboratory*, 1873.

senter les différentes phases de cette évolution (voyez pl. XI, fig. 2 et 3).

Nous sommes ici en présence d'un phénomène analogue à celui que M. Ch. Robin a signalé sur les cellules superficielles de l'épiderme chez le fœtus (1), avec cette différence que chez le fœtus les noyaux pédiculisés restent toujours uniques et finissent même par se détacher complétement, tandis que sur l'épiploon leur multiplication devient le point de départ de masses cellulaires considérables (2).

TUNIQUE VAGINALE.

Il est naturel de retrouver dans la tunique vaginale, en raison de son évolution, les mêmes formes épithéliales que dans le péritoine. Chez l'homme, les cellules de revêtement présentent une forme assez régulière et mesurent environ 15-29 μ de diamètre. Chez le veau, au contraire, leurs bords, à peine sinueux sur le feuillet pariétal, offrent à la surface même du testicule des dentelures très-prononcées par places ; le noyau, en général assez volumineux, occupe parfois jusqu'aux trois quarts de la cellule.

On s'accorde habituellement à faire rentrer cet épithélium dans la classe des épithéliums plats ; toutefois il semble que cet épithélium rappelle par quelques-uns de ses caractères l'*épithélium germinatif* (Waldeyer), dont il doit dériver directement. En effet, son épaisseur à la surface du testicule est assez notable pour que la plupart des histologistes aient cru devoir insister sur cette particularité. De même qu'à la surface des autres séreuses, on observe ici des îlots de petites cellules enclavées au milieu d'éléments plus volumineux et que nous croyons devoir rapprocher des centres de formation cellulaire. Cette disposition est surtout très-marquée sur la tunique vaginale du veau ; on peut voir, sur le feuillet viscéral notamment, des amas de petites

(1) *Note sur une particularité du développement des cellules épidermiques superficielles chez le fœtus*, par Ch. Robin (*Journal de physiologie*, 1861).

(2) Kœlliker signale également sur le grand épiploon de l'homme « une multitude de foyers de cellules bourgeonnantes, représentés généralement par des saillies tuberculeuses ou sphériques ».

cellules en nombre variable (ordinairement 15 à 20), autour desquelles sont disposés les élément adultes. Les petites cellules se présentent comme des polygones réguliers (15 à 29μ de diamètre), tandis que leurs voisines, losangiques, forment des rangées concentriques autour d'elles ; la périphérie de ces sortes de rosaces se confond insensiblement avec le pavé régulier du restant de la séreuse (1).

Nous devons également signaler ici des appendices frangés que nous avons observés sur le feuillet pariétal de la tunique vaginale d'un veau. Ces formations, constituées en majeure partie par des fibres lamineuses, sont tapissées dans toute leur étendue par l'épithélium de la séreuse, qui présente, à certains endroits, surtout à leur extrémité, des amas cellulaires analogues à ceux que nous avons décrits sur l'épiploon. Quelques-unes affectent la forme de plaques assez étendues, rattachées à la surface de la séreuse par un certain nombre de prolongements plus ou moins grêles ; l'épithélium qui les recouvre a des dimensions plus considérables et des contours moins réguliers que celui de la séreuse elle-même.

PLÈVRE.

Nous serons bref sur l'épithélium pleural, à cause de sa grande régularité. Il se compose de larges polygones à cinq ou six pans mesurant chez le lapin 40 à 50 μ de diamètre. Cette forme est des plus nettes sur la paroi thoracique, ainsi que sur le diaphragme. A la surface du poumon elle se modifie légèrement : les bords des cellules sont plus ou moins dentelés (rat) (2).

Un point plus intéressant est la différence de dimensions des cellules qui forment le revêtement pleural, suivant qu'on les

(1) Nous avons rencontré des centres de formation à peu près analogues, quoique moins caractérisés, à la face interne d'un kyste séreux de l'ovaire d'un cochon d'Inde ; nous les avons constatés aussi sur des préparations provenant d'un kyste séreux développé dans la paupière supérieure chez l'homme. Nous devons ces préparations à l'obligeance de M. André.

(2) Le même fait se remarque également chez les batraciens (Triton, Axolotl), où la portion de l'épithélium péritonéal qui tapisse ici le poumon présente des modifications de forme beaucoup plus considérables que sur la paroi de l'abdomen.

observe au niveau des côtes ou dans les espaces intercostaux. Ce fait avait déjà été signalé sur la plèvre du chien par Dybkowsky, en 1866 (1).

Ces traînées, qu'on retrouve du reste chez une foule d'animaux (lapin, etc.), n'occupent pas entre les côtes de position bien déterminée (2). Les éléments qui les constituent ne diffèrent par aucune de leurs réactions du restant de l'épithélium pleural dont ils possèdent d'ailleurs la forme générale. Ils ont tous un noyau que l'hématoxyline ou la purpurine mettent très-nettement en évidence; le noyau est relativement plus volumineux que celui des cellules épithéliales voisines. Il présente un aspect irrégulier, quelquefois bosselé.

C'est au niveau de ces traînées de petites cellules que Dybkowsky, se fondant sur l'injection des lymphatiques pleuraux, quand on introduit une substance colorée dans la plèvre, et sur les résultats que lui avait fournis l'imprégnation de la surface pleurale par le nitrate d'argent, avait admis l'existence de stomates véritables faisant communiquer la cavité de la plèvre avec les lymphatiques sous-jacents. Mais il est facile de se convaincre, en lisant le travail de Dybkowsky et en comparant les dessins qu'il donne de l'épithélium pleural avec les imprégnations que l'on obtient aujourd'hui par des procédés plus perfectionnés, que les stomates qu'il décrit et figure doivent être attribués à des précipités irréguliers de nitrate d'argent déposés sous forme de grains plus ou moins volumineux le long des cloisons cellulaires. Quand on prend la précaution de soumettre préalablement la surface de la plèvre à un lavage prolongé à l'eau distillée et légèrement tiède (3), on fait disparaître la presque totalité de ces grains noirâtres que Dybkowsky considère comme représentant de véritables stomates. Nous devons toutefois ajouter que ces précipités se produisent plus particulièrement au niveau des

(1) *Ueber Aufsaugung und Absonderung der Pleurawand* (*Arb. aus der phys. Anstalt zu Leipzig*, 1866).

(2) On observe des traînées analogues sur la plèvre péricardique du lapin. Les petites cellules y sont disposées sur le trajet des vaisseaux sanguins.

(3) Klein conseille également ce procédé.

petites cellules, ce qui est peut-être en rapport avec un degré de vitalité plus grand de ces éléments.

Si l'on considère d'autre part que ces amas de petites cellules se continuent graduellement avec le restant de l'épithélium pleural, et qu'ils occupent presque constamment les espaces intercostaux, tandis qu'à la surface même des côtes on ne rencontre rien d'analogue, on est porté à les rattacher aux traînées que nous décrirons plus loin au niveau des fentes intertendineuses de la face péritonéale du centre phrénique, et à les considérer comme des centres de formation cellulaire. On peut trouver ici un cas particulier d'une loi générale qui veut que dans toutes les séreuses les centres de formation cellulaire, représentés par des amas de petites cellules, occupent toujours des endroits déclives par rapport à la surface générale, de la séreuse (enfoncements cratériformes de la paroi du sac lymphatique abdominal chez la grenouille, gouttières du centre phrénique, etc.).

PÉRICARDE.

Les cellules épithéliales qui tapissent le péricarde diffèrent peu de celles de la plèvre. Elles ont toutefois des dimensions moins considérables et ne mesurent que 15 à 20 μ de diamètre chez le lapin. Leurs bords, assez réguliers en général, sont quelquefois finement dentelés. Le noyau est volumineux. La disposition réciproque de ces cellules est caractéristique, et permet de différencier aisément l'épithélium péricardique de tout autre revêtement séreux. Les cellules sont groupées de telle façon que les limites de plusieurs cellules voisines partent toutes d'un même point commun. Il en résulte l'aspect d'autant de rosaces qu'il y a de centres de groupement. Les cellules qui les forment sont à peu près triangulaires. Dans les intervalles qui séparent ces groupes rayonnants, les cellules redeviennent à peu près polygonales.

Cette disposition en rosaces est surtout accusée sur le péricarde des jeunes chats. On peut également y rencontrer des traînées de petites cellules analogues à celles qu'on observe sur la plèvre intercostale (chien, lapin), seulement leur ensemble présente beaucoup moins de régularité.

GAINES TENDINEUSES.

Les gaînes tendineuses, ainsi que la surface des tendons qui les traversent, sont tapissées d'une couche unique de cellules plates. Ce revêtement est surtout facile à démontrer sur les fins tendons de la queue de certains rongeurs (rat, souris, etc.), que l'on parvient aisément à isoler sur une très-grande longueur. C'est d'après des préparations faites sur les tendons de la queue du rat que nous donnons la description suivante :

Si l'imprégnation au nitrate d'argent a été légère, on n'aperçoit que l'épithélium qui recouvre le tendon. Il est formé de larges cellules à bords sinueux mesurant 40 à 60 μ de diamètre. Mais, pour peu que l'imprégnation ait été prolongée, on observe au-dessous des lignes noirâtres qui délimitent les cellules un dessin de figures claires reposant sur un fond obscur. La forme de ces figures varie beaucoup ; elle est en général quadrangulaire. Si le tendon ainsi nitraté est soumis ensuite au carmin ou à l'hématoxyline, on met en évidence dans chaque espace clair un noyau de forme ovalaire. C'est en se fondant sur ces réactions que M. Löwe (*Centralblatt*, 1874) a prétendu que les cellules épithéliales qui tapissent les tendons sont dépourvues de noyaux, et que tous ceux qu'on fait apparaître par l'hématoxyline appartiennent à la couche sous-jacente. D'après le même auteur, cette couche sous-jacente serait constituée par une substance amorphe englobant des cellules de forme quadrangulaire, et se prolongeant, sous forme de minces cloisons, entre les faisceaux primitifs du tendon. Nous avons pu nous-même constater, sur des préparations que M. Löwe a bien voulu nous montrer, l'existence de cette couche sous-jacente, qui paraît en effet formée en majeure partie de matière amorphe. Toutefois il est également possible d'y démontrer la présence de fibres lamineuses à l'aide de l'acide osmique.

Les cellules qui tapissent la surface du tendon ont-elles ou non des noyaux ?

Si l'on se contente de colorer le tendon au carmin ou même à l'hématoxyline, il est assez difficile de se rendre un compte exact

de la nature des noyaux observés. Tout le tissu se colore en effet fortement, et, par suite, il n'est guère possible de déterminer la superposition des différents plans. Nous avons essayé de remédier à cet inconvénient en employant comme substance colorante la purpurine, qui se fixe presque exclusivement sur les noyaux. La distinction entre les noyaux des cellules épithéliales et ceux qui appartiennent aux éléments sous-jacents devient dès lors facile. Les premiers se caractérisent par leur grande dimension, leur pâleur ; les seconds, au contraire, plus petits, plus allongés, sont plus fortement colorés.

On a vu, dans la première partie de ce travail, que l'endothélium sous-épithélial signalé dans l'intestin de la grenouille par M. Debove correspondait à la paroi de larges sinus lymphatiques contenus dans l'épaisseur du chorion de la muqueuse. Nous allons essayer maintenant de nous rendre compte des apparences décrites et figurées par le même observateur dans la vessie et dans la trachée-artère.

En examinant les figures données par M. Debove, on est tout d'abord frappé de ceci, que l'endothélium sous-épithélial de la vessie diffère absolument de celui de la trachée et de celui de l'intestin, qui diffèrent eux-mêmes l'un de l'autre.

Dans la vessie, ce sont de grandes plaques polygonales à bords rectilignes ; dans la trachée, les cellules, beaucoup plus petites, offrent des contours légèrement sinueux.

Le procédé employé par M. Debove consiste à passer le pinceau sur la surface de la muqueuse, que l'on soumet ensuite à l'imprégnation. On découvre, après cette manœuvre, dans la vessie, les différents ordres de cellules signalées par M. Debove. M. Dastre (1) a toutefois montré que les larges cellules plates étaient superficielles et non pas profondes.

Cette réaction du nitrate d'argent sur l'épithélium vésical nous engagea à l'appliquer à l'étude d'autres épithéliums stratifiés, comme celui de l'œsophage du pigeon. Les figures superficielles que nous avons obtenues de la sorte ressemblent beau-

(1) *Recherches sur l'allantoïde et le chorion de quelques mammifères.* Thèse, Paris, 1876.

coup à celles que donne l'épithélium des séreuses. Ce sont, à peu de chose près, les mêmes dimensions des cellules (40 à 50 μ), les mêmes sinuosités des bords. Mais, contrairement à ce qui se produit dans les séreuses, où il n'existe qu'une seule couche, on peut voir, par places, les cellules chevaucher un peu les unes sur les autres. Les coupes montrent de plus que ces cellules superficielles sont d'une minceur extrême.

Cette réaction nous a paru importante à signaler en ce qu'elle tend à prouver, avec celle obtenue sur la vessie, que les cellules superficielles de certaines muqueuses offrent, sous l'influence du nitrate d'argent, des apparences tout à fait comparables à celles que donne, dans les mêmes conditions, l'endothélium des séreuses.

En ce qui concerne la trachée-artère, on découvre, au-dessous de l'épithélium, des figures qu'on pourrait, par un examen peu attentif, prendre pour un endothélium sous-épithélial. Si l'on veut se rendre un compte exact de la disposition de ces figures épithéliales et de leurs rapports avec les parties voisines, il convient de procéder ainsi :

On fend la trachée-artère suivant sa face antérieure ; on l'étale sur une plaque de liége, et on la soumet ensuite à l'imprégnation prolongée dans une solution faible de nitrate d'argent ; on enlève l'épithélium superficiel à l'aide du pinceau, et l'on monte la préparation dans la glycérine. Peut-être serait-il préférable dans ce cas, eu égard à l'épaisseur relativement considérable de la paroi de la trachée, d'éclaircir celle-ci au moyen de l'essence de girofle et du baume de dammar.

Voici ce qu'on observe sur la trachée-artère d'un lapin imprégnée de cette façon : Au niveau de la bande claire qui correspond à la partie de la trachée dépourvue de cartilage, on ne trouve, au-dessous de l'épithélium proprement dit de la trachée, aucun dessin pouvant faire supposer l'existence d'un endothélium sous-épithélial. Des figures de ce genre ne commencent à se montrer qu'au niveau du bord postérieur des anneaux cartilagineux. Elles paraissent immédiatement accolées à la surface du cartilage, et sont, en tout cas, séparées de l'épithélium

prismatique superficiel par toute l'épaisseur du chorion de la muqueuse. On ne constate rien de pareil entre les anneaux cartilagineux. Ces figures, qui simulent à un faible grossissement l'aspect d'un revêtement endothélial, peuvent être rapprochées de celles décrites par Albert (1), à la surface de certains cartilages articulaires, sous le nom de dessins épithélioïdes. Ce sont des lignes noirâtres d'un dépôt d'argent, plus ou moins rectilignes, quelquefois sinueuses, formant par leur ensemble des réseaux incomplets et irréguliers qu'il n'est guère possible de rattacher à l'existence de cellules juxtaposées sur un même plan. Dans certains endroits, on aperçoit même plusieurs réseaux noirâtres superposés qui sont en étroite connexion les uns avec les autres. Si l'on s'éloigne du bord postérieur des anneaux cartilagineux, et que l'on s'avance vers les parties latérales de la trachée, on voit, au bout d'un certain temps, faire suite à ces dessins irréguliers des lymphatiques réels, facilement reconnaissables à leur direction et à la forme de leur épithélium.

Nous avons observé des faits à peu près analogues sur la trachée-artère d'un pigeon imprégnée de la même façon. Quoique les anneaux cartilagineux fussent ici complets, les dessins épithélioïdes ne se rencontraient à la surface des cartilages qu'en dehors de la partie correspondante à la région non cartilagineuse de la trachée des mammifères. Leur disposition est toutefois ici plus régulière que chez le lapin. Il semble, à certains endroits, qu'on soit en présence d'un véritable épithélium, ou du moins d'une couche de cellules polygonales situées sur le même plan. Comme chez le lapin, du reste, ces réseaux sont toujours situés profondément et non immédiatement au-dessous de l'épithélium de la trachée (2).

(1) Voy. *Stricker's Handbuch*, 1871.

(2) Il est assez difficile d'affirmer si oui ou non ces figures épithélioïdes sont dues à la présence d'éléments en connexion avec les cellules qui tapissent les lymphatiques voisins. Notons simplement qu'elles sont sensiblement sur le même plan que ces lymphatiques, et semblent même parfois leur faire suite.

Nous avons retrouvé des figures analogues en nitratant la face externe d'un follicule de Graaf énucléé (brebis). Nous les avons vues également à la face interne des cavités logeant les cysticerques péritonéaux du lapin. Nous signalerons encore comme nous ayant donné les mêmes figures la surface de certains grains rhiziformes extraits de la bourse olécrânienne d'un homme.

Quoi qu'il en soit de ces dessins qui échappent jusqu'à présent à une interprétation rigoureuse, il est certain, en tout cas, qu'on ne saurait y voir, dans la trachée en particulier, la réaction d'un endothélium sous-épithélial.

Il semble qu'on ait été conduit à admettre trop facilement l'existence d'endothéliums sous-épithéliaux, par une tendance toute moderne à décomposer les membranes amorphes en cellules distinctes à l'aide du nitrate d'argent. Mais, ainsi que l'a montré M. Ch. Robin, la couche hyaline limitante qu'on rencontre à la surface du chorion des différentes muqueuses, intestin, vessie, trachée-artère, se continue directement avec la matière amorphe interposée aux éléments de ce chorion. Il est impossible de l'isoler comme membrane distincte, ce qu'il serait vraisemblablement facile de faire si elle était formée de cellules juxtaposées. On peut en dire autant de la mince couche hyaline existant à la surface du derme, bien que, d'après Czerny (1), elle présenterait, après traitement par le nitrate d'argent, des dessins fort analogues à ceux qu'on obtient dans les mêmes circonstances sur les parois des lymphatiques.

CENTRE PHRÉNIQUE.

L'étude du centre tendineux du diaphragme est un point important dans l'histoire des séreuses. Les connexions intimes qui existent entre les systèmes séreux et lymphatique au niveau de cet organe ont attiré l'attention d'un grand nombre d'observateurs dans ces dernières années.

Nous reviendrons, à la fin de ce chapitre, sur quelques faits relatifs aux enfoncements citernaux qu'on observe sur la paroi antérieure du grand sac lymphatique de la grenouille, et, à cette occasion, nous tenterons d'établir un rapprochement entre des phénomènes communs aux séreuses des batraciens et des mammifères.

Historique. — Recklinghausen, dans son travail initial publié en

(1) Voyez Alfred Biesadecki, dans *Stricker's Handbuch*, p. 586.

1862 (1), avait créé, comme lui-même le dit fort justement (2), une méthode d'investigation anatomique en employant le nitrate d'argent en solutions étendues. Presque aussitôt, il fut amené à faire usage de son procédé pour corroborer des expériences physiologiques qu'il avait entreprises dans le but d'étudier les phénomènes de l'absorption. Renonçant à les poursuivre dans l'intestin, il eut l'idée de porter ses recherches sur l'absorption au niveau de l'épithélium des séreuses. En 1863, il publia ses premiers résultats dans un travail fondamental (3) qui devait révéler un fait absolument nouveau : « La résorption par les lymphatiques du diaphragme, non-seulement de liquides non miscibles à l'eau (huile), mais » aussi de liquides aqueux et huileux tenant en suspension des cor- » puscules solides à forme variable (lait, sang) ou constante (cinabre, » bleu de Cobalt, encre de Chine). »

L'auteur avait obtenu l'injection naturelle du réseau lymphatique du centre phrénique en portant les substances à résorber dans la cavité abdominale d'animaux vivants ; les autres régions du péritoine pourvues de lymphatiques superficiels ne présentaient aucune trace du phénomène.

Plus tard, pour se mettre à l'abri de la péritonite violente qui suit presque fatalement l'introduction de liquides dans la séreuse, il opéra sur des animaux fraîchement tués, et constata que l'absorption se produisait comme devant, surtout si l'on prenait soin d'entretenir la respiration artificielle ; ses observations portent sur le lapin, le cochon d'Inde et le rat. Recklinghausen dit même avoir constaté directement sur le centre phrénique du lapin la formation de tourbillons au centre desquels il put voir, à l'aide d'un grossissement de 300-400 diamètres, les globules du lait et du sang traverser la paroi de la séreuse et pénétrer dans les lymphatiques sous-jacents.

L'imprégnation au nitrate d'argent lui ayant montré que les lignes noires dessinant les contours des cellules se renflaient brusquement en certains endroits, et surtout au niveau des lymphatiques, il en conclut que « les vaisseaux lymphatiques superficiels de la face péritonéale du » centre tendineux communiquaient avec la surface de la cavité abdo- » minale par des ouvertures ayant un diamètre à peu près double de » celui des globules rouges du sang, et situées entre les cellules épithé- » liales, notamment en des points où viennent converger plusieurs de » ces dernières. »

L'auteur, poursuivant une vue nouvelle, crut saisir un lien entre l'existence de ces orifices et la présence, au sein de la sérosité péritonéale, de nombreux globules blancs doués de mouvements amiboïdes. Dès lors, le péritoine devient à ses yeux un lieu de formation des globules de la

(1) *Die Lymphgefässe u. ihre Beziehung zum Bindegewebe*. Berlin, 1862.

(2) *Zur Geschichte der Versilberungsmethode* (*Virch. Arch.*, 1863).

(3) *Zur Fettresorption* (*Virch. Arch.*, 1863).

lymphe, lesquels, à mesure qu'ils sont *sécrétés*, s'introduisent dans le système lymphatique par les stomates du centre phrénique. Il dit encore, à l'appui de sa théorie, que les lymphatiques du diaphragme contiennent presque toujours des leucocytes qui peuvent être réunis en groupes et forment souvent des amas rhomboïdaux. Quant à l'origine de ces globules, il croit qu'ils prennent naissance dans le tissu conjonctif de la séreuse plutôt qu'aux dépens de l'épithélium lui-même, et qu'ils traversent ensuite ce dernier pour arriver dans la cavité abdominale. Il les a vus chez le lapin, le cochon d'Inde, le rat, le mouton, le bœuf, le chien, et non-seulement dans le péritoine, mais aussi dans le péricarde et la plèvre ; en conséquence, dit l'auteur en terminant, il faut s'attendre à trouver également sur ces deux séreuses de semblables stomates qui sont de véritables pores organiques dans le sens des anciens.

Rapprochant l'existence de ces communications du péritoine avec le système lymphatique de la doctrine émise par lui dans son premier travail, et faisant naître les lymphatiques dans le tissu conjonctif par un réseau de canalicules plasmatiques (saftkanälchen), Recklinghausen ramenait la science à la conception du système lymphatique telle que l'avaient édifiée Bichat et ses contemporains. Ses découvertes furent le signal d'un grand nombre de travaux, surtout en Allemagne. En analysant les plus importants, nous verrons que si la théorie des canalicules plasmatiques rencontra un grand nombre d'adversaires déclarés, l'existence de stomates sur les séreuses fut confirmée par tous ses successeurs.

Le premier en date fut le Suédois Œdmansson (1) dont les recherches sur les séreuses de la grenouille, du lapin, du chien et de l'homme furent exécutées sous l'inspiration de Recklinghausen, et qui adhéra sans réserves à la doctrine de ce dernier. Il divise en deux catégories les petites figures qui se dessinent sur le parcours des lignes noires intercellulaires : la première comprend des éléments arrondis placés sous les cellules épithéliales ou faisant saillie entre ces dernières, et dont la tache noire représente le noyau. Il rapproche ces éléments de certaines lamelles épithéliales ayant pris également une teinte plus foncée que leurs voisines sous l'action du nitrate d'Ag, et les considère comme des jeunes cellules formées dans la profondeur de la séreuse et contenant plus d'albuminate précipitable que les cellules plus âgées. Quant aux figures de la seconde catégorie, correspondant aux stomates de Recklinghausen, il les attribue à des globules de la lymphe en train de traverser l'épithélium de la séreuse, tandis que les petites taches claires représentent des orifices produits par le passage de ces mêmes éléments. En effet, fait-il observer, il est peu probable que les leucocytes soient dus à une prolifération des cellules épithéliales, alors que ces dernières elles-mêmes proviennent exclusivement du tissu conjonctif sous-jacent. Il cite

(1) *Beitrag zur Lehre von dem Epithel. Virch. Arch.*, 1863.

encore Virchow qui a décrit entre les cellules revêtant les séreuses des éléments plus petits qu'il regarde comme des globules de la lymphe. Œdmansson va même plus loin que Recklinghausen en indiquant comme lieu de formation de ces globules le réseau superficiel des canalicules plasmatiques. Mais, bien qu'il dise avoir porté son attention sur les épithéliums séreux et lymphatique de la grenouille, un fait capital pour l'avenir de la doctrine lui avait échappé.

Ce fait fut mis en évidence par Schweigger-Seidel et Dogiel, dont le mémoire (1) se place en tête d'une série de travaux fort importants pour le sujet qui nous occupe, exécutés à l'Institut physiologique de Leipzig, dans les années 1866-1867. Ces deux auteurs imprégnant au nitrate d'argent la paroi antérieure du sac lymphatique abdominal de la grenouille (septum cysternæ lymphaticæ magnæ) y trouvèrent des orifices béants faisant communiquer librement le grand réservoir lymphatique avec la cavité péritonéale. Des ouvertures analogues furent décrites chez le lézard, l'orvet, le crapaud, et, dès lors, l'opinion de Recklinghausen parut en harmonie avec une disposition anatomique commune à toute la série animale, et acquit ainsi une autorité bien plus grande. Des recherches furent instituées sous la direction de Ludwig, et bientôt Dybkowsky (2) vint confirmer, pour la plèvre intercostale du chien, ce que Recklinghausen avait décrit sur le péritoine diaphragmatique. Après avoir démontré par l'injection artificielle l'existence de réseaux lymphatiques abondants dans les espaces intercostaux, il put y faire pénétrer par la voie de la résorption naturelle diverses substances colorantes, e notamment du bleu de Prusse à l'état de division très-fine, tel qu'on l'obtient en le précipitant par le chlorure de sodium en solution étendue. Faisant usage du nitrate d'argent, il constata que le revêtement de la plèvre intercostale était formé par deux espèces de cellules épithéliales dont les unes beaucoup plus petites étaient répandues au milieu des autres par groupes irréguliers. Il put observer aussi les apparences de stomates signalées par Recklinghausen et Œdmansson, et dit même avoir vu fort nettement, avec l'objectif 10 à immersion de Hartnack, les deux orifices du conduit en forme d'entonnoir existant entre les cellules. En outre, par des coupes pratiquées sur la paroi pleurale injectée et durcie, il reconnut qu'il y avait deux réseaux lymphatiques dont le plus superficiel était immédiatement sous-jacent à la plèvre ; la matière bleue contenue dans les lymphatiques formait par endroits de petits prolongements coniques étendus jusqu'à la surface libre de la séreuse. Quelques années plus tard (1869), Wagner décrivit sur l'homme, le lapin et le cochon d'Inde les mêmes dispositions.

Dybkowsky se prononce contre l'existence des canalicules plasmatiques

(1) *Ueber die Peritonealhöhle bei Fröschen u. ihren Zusammenhang mit dem. Lymphgefässystem. Arbeiten aus der phys. Anst. zu Leipzig*, 1866, p. 68.

(2) *Ueber Aufsaugung u. Absonderung der Pleurawand.* Ibidem, 1867, p. 40.

dans lesquels il n'a jamais pu faire pénétrer ses injections. Schweigger-Seidel (1) arrive à émettre une opinion semblable en étudiant l'action du nitrate d'argent sur les tissus. Il attribue à des amas de ciment intercellulaire les renflements irréguliers que présentent les réseaux noirs des épithéliums colorés par l'argent, et ne considère comme des stomates que les petites lacunes claires qui restent au point de contact de plusieurs cellules ; ces orifices proviennent, selon lui, de l'écartement des cellules voisines, et, comme le ciment est demeuré adhérent à ces dernières, on s'explique facilement la production du liséré noir qui borde les ouvertures.

Nous trouvons enfin dans un travail de Ludwig et Schweigger-Seidel (2) sur le centre phrénique du lapin une description détaillée de cet organe ; on n'y a ajouté que fort peu de chose depuis cette époque, et elle servira de point de départ à notre étude. Remarquons seulement que ces histologistes, plus réservés que leurs prédécesseurs, croient qu'on ne peut pas arriver à une démonstration certaine des stomates par l'imprégnation au nitrate d'argent ; pourtant ils sont portés à les admettre sur la foi des expériences physiologiques. Contrairement à Recklinghausen et Œdmansson, ils font provenir les globules de la lymphe qui se trouvent dans la cavité abdominale d'une prolifération des cellules du péritoine, prolifération par eux constatée à la face inférieure du diaphragme ; en outre, ils récusent absolument l'hypothèse des canalicules plasmatiques.

C'est donc avec raison que Périer (3), dans une revue critique consacrée aux travaux de l'Institut de Leipzig, dit que l'existence des orifices de communication est loin d'être prouvée anatomiquement. Cet auteur attribue en outre à un processus inflammatoire les phénomènes de multiplication cellulaire décrits par Ludwig et Schweigger-Seidel.

Cependant Recklinghausen, résumant sa doctrine dans le Manuel de Stricker (4), considère comme démontrés les stomates du péritoine chez les batraciens et ceux du péritoine et de la plèvre chez les mammifères, tout en faisant quelques réserves au sujet de certaines apparences fournies par le nitrate d'argent entre les mains de divers observateurs et qu'il attribue au mode de préparation employé.

Dans un article du même ouvrage, Klein (5) dit catégoriquement que l'existence de lacunes intercellulaires n'est nullement démontrée par les apparences que fournit le nitrate d'argent ; mais, dit-il, on admet que ce sont des stomates en se fondant sur les expériences physiologiques des divers auteurs. Il ne considère comme de véritables orifices que les points noirs occupant le centre d'un groupe de cellules conver-

(1) *Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argent. nitric.*, etc.... Ibidem, p. 150.

(2) *Ueber das centrum tendineum des Zwerchfelles.* Ibid., p. 174.

(3) Périer, *Arch. de méd.*, 1868.

(4) *Das Lymphgefässsystem.* in *Stricker's Handb.*, 1868.

(5) *Die serösen Häute* in *Stricker's Handb.*, 1871.

gentes, comme cela se voit sur la paroi de la grande citerne des batraciens.

Depuis lors, Klein est revenu de sa première opinion à la suite de recherches personnelles publiées en Angleterre (1).

Selon lui, il y a sur le diaphragme du lapin deux espèces de stomates : de faux stomates (pseudo-stomata) et de vrais stomates (stomata) représentés par des conduits verticaux et obliques étendus de la surface libre de la séreuse aux lymphatiques du centre tendineux. « Par l'intermé-» diaire de ces canaux, l'endothélium des lymphatiques se continue avec » celui du péritoine ; les éléments qui bordent les orifices de chaque » conduit vertical (stoma) ont les caractères de cellules jeunes et diffé-» rent des autres par leur état granuleux, leur dimension réduite et » leur forme polyédrique. On a déjà indiqué que l'endothélium qui re-» couvre les lymphatiques se compose d'éléments plus petits et appa-» remment plus jeunes que ceux du reste de la surface ; ces caractères » sont encore bien plus marqués pour les cellules qui entourent et for-» ment les stomates. » Quelques-uns d'entre les canaux de communication iraient se jeter directement dans les lymphatiques sous-pleuraux. Quant aux lacunes claires ou foncées qui tranchent sur la mosaïque des petites cellules, et que plusieurs auteurs ont décrites comme des stomates, Klein ne leur attribue pas la même signification, ou du moins considère le fait comme fort douteux.

Tel était l'état de la question lorsque parurent les travaux de M. Ranvier qui, faisant usage pour les imprégnations au nitrate d'argent d'une méthode plus parfaite que ses prédécesseurs, reconnut que l'épithélium des séreuses était partout continu à lui-même. Cependant, en présence des résultats donnés par les expériences physiologiques, M. Ranvier substitua à l'hypothèse des bouches béantes pour l'absorption celle de stomates à lèvres mobiles ; d'après lui, cette explication, que nous aurons l'occasion de discuter dans le cours de notre travail, s'applique aussi bien au péritoine de la grenouille qu'à celui qui revêt chez les mammifères la face inférieure du centre phrénique. La communication entre les deux systèmes est établie par des conduits obliques ou verticaux bordés par des cellules lymphatiques, lesquelles forment sur l'orifice de ces puits une sorte de couvercle mobile se déplaçant facilement pour livrer passage aux particules à résorber.

Nous devons encore signaler, pour compléter cette revue, une note (2) publiée par un élève de Recklinghausen, et dont l'auteur, Rajewsky, cite un certain nombre de faits pathologiques qui démontreraient, d'après lui, la résorption de particules solides sur le diaphragme de l'homme. Il aurait constaté de nouveau l'absorption du pus, signalée autrefois par

(1) *Handbook for the physiological laboratory*, 1873, et *The serous membranes*, London 1873.

(2) *Centralbl.*, 1874.

Recklinghausen (1) ; il aurait vu également des lymphatiques se remplir d'éléments carcinomateux, mais cette dernière observation n'a pas grande valeur, vu que le diaphragme lui-même était envahi. En outre, il aurait obtenu une injection naturelle en tendant le centre phrénique d'un cadavre humain sur un entonnoir et en laissant séjourner un peu de lait à sa surface. Disons, en terminant, que la résorption des diverses substances par les lymphatiques du diaphragme était un fait constaté en clinique et expérimenté par divers observateurs bien avant que Recklinghausen n'entreprit ses recherches (2). Hunter et Mascagni ont produit l'injection naturelle des lymphatiques en portant du lait dans le péritoine ; Dupuytren, Chaussier, Ribes et d'autres ont vu pénétrer dans les lymphatiques des substances colorantes introduites dans la cavité abdominale. Enfin, l'absorption du pus et des matières épanchées dans le péritoine par suite de rupture intestinale a été observée un grand nombre de fois.

Anatomie. — Parmi les petits mammifères qui ont fait le sujet de notre étude, nous prendrons comme type de notre description le lapin sur lequel ont surtout opéré les divers observateurs.

La face inférieure ou concave du diaphragme est tapissée entièrement par le péritoine qui forme à ce niveau les trois ligaments suspenseurs du foie. La face convexe présente avec le médiastin des rapports qui diffèrent sensiblement de ce qu'on voit chez l'homme (3). Le feuillet pariétal du péricarde, au lieu d'être adhérent au centre tendineux, en est séparé par une excavation spéciale dépendant de la plèvre droite ; il n'est maintenu en place que par les vaisseaux se rendant à la base du cœur et par divers ligaments et replis séreux. Les deux plèvres médiastines sont adhérentes de chaque côté au péricarde avec lequel elles se confondent plus ou moins ; mais en avant du cœur, au lieu de s'adosser simplement, elles se fusionnent en une lame fenêtrée, le méso-péricarde, qui rattache l'enveloppe du cœur au sternum et au diaphragme. Cette membrane pourtant ne descend pas partout, sans se modifier, jusqu'au diaphragme. Dans la région de la pointe du cœur, elle se partage en deux feuillets limitant la cavité que nous venons de mentionner. La structure fenêtrée

(1) *Würtzb. Sitzungsb*, 1865.

(2) Voy. Breschet, Thèse de concours, 1836.

(3) Ces particularités ne sont point indiquées dans le *Traité classique* de Krause.

du méso-péricarde se continue dans une certaine étendue sur le feuillet droit du dédoublement ; ce feuillet loge dans son bord libre la veine cave inférieure.

Le résultat de cette disposition est l'existence d'un espace pyramidal limité en bas par le centre phrénique, latéralement à gauche par la plèvre médiastine et à droite par la cloison servant de ligament à la veine cave. Cet espace, qui communique largement avec la plèvre droite, loge une partie du poumon droit. En effet, le lobe inférieur de ce poumon est divisé en deux parties bien distinctes : une portion latérale et une portion médiane (Krause) ; la portion médiane plus petite s'introduit dans la loge séreuse en question en passant derrière la veine cave.

Grâce à la structure fenêtrée du ligament méso-péricardique, les deux cavités pleurales communiquent librement entre elles ; c'est pourquoi il suffit d'ouvrir le thorax d'un côté pour provoquer l'affaissement immédiat et total des deux poumons. C'est ce qui explique aussi comment les substances colorantes injectées dans l'une des plèvres ne tardent pas à se retrouver dans celle du côté opposé.

Nous insisterons plus loin sur la structure intime du centre phrénique dont la description a été donnée par Ludwig et Schweigger-Seidel, indiquant seulement ici les points les plus généraux.

C'est un tendon mince et aplati, composé de deux plans de fibres : un plan supérieur de fibres circulaires et concentriques et un plan inférieur de faisceaux tendineux offrant une disposition rayonnée ; entre ces derniers on observe des fentes claires qui sont surtout bien visibles lorsque la membrane est tendue. Sur chacune des faces, le tissu propre est tapissé par une couche beaucoup plus délicate constituant la trame de la séreuse correspondante, et composée principalement de fibres à direction surtout transversale.

Méthodes de recherche et description. — Les lymphatiques du diaphragme peuvent être mis en évidence par l'injection naturelle. A cet effet, on se sert de bleu de Prusse dit soluble que l'on introduit dans la cavité abdominale de l'animal vivant ; ou

bien l'on fait usage du procédé de Ludwig et Schweigger-Seidel qui consiste à porter la matière à injection dans la concavité du diaphragme, sur un animal qu'on vient de tuer et que l'on maintient dans une position verticale, la tête en bas, en entretenant la respiration artificielle à l'aide d'une canule fixée dans la trachée. On arrive ainsi facilement à remplir les lymphatiques, à condition de laisser en place le foie que l'on soulève avec précaution pendant la durée de l'opération. Après un certain temps on lave à grande eau et l'on précipite le bleu par l'alcool.

En examinant un diaphragme ainsi traité, on voit du côté pleural un réseau lymphatique abondant, surtout sur la portion vertébrale du diaphragme, qui est la plus facile à injecter ; sur la face inférieure, au contraire, la substance colorante ne remplit que les lymphatiques logés entre les faisceaux tendineux, et ces derniers vont s'aboucher dans les vaisseaux de la face supérieure par un grand nombre de conduits qui traversent obliquement les couches du centre phrénique.

C'est sur de pareilles injections que les différents auteurs ont reconnu la disposition générale du réseau lymphatique du diaphragme (1).

Pour étudier les rapports de ce système avec les séreuses abdominale et thoracique, il convient de recourir à des méthodes beaucoup plus délicates ; la plus importante est l'imprégnation au nitrate d'argent. Pour notre part, voici le procédé dont nous avons fait usage.

On isole le diaphragme des viscères thoraciques et abdominaux en sectionnant les ligaments suspenseurs du foie et les plèvres médiastines ; puis on le détache et on le tend légèrement sur un cadre de liège de manière à mettre la face péritonéale en haut. Toutes ces manœuvres doivent être exécutées avec beaucoup de

(1) D'après Klein, ce réseau est divisé en deux parties similaires par une ligne médiane antéro-postérieure. Chacune de ces moitiés peut être partagée à son tour en deux régions : 1° les lymphatiques de la région antérieure, comprenant surtout les larges vaisseaux situés, du côté pleural, convergent vers le sternum et vont se déverser dans un tronc unique qui suit le trajet des vaisseaux mammaires internes ; 2° ceux de la région postérieure se dirigent vers la colonne vertébrale où ils se jettent par un large tronc dans le canal thoracique.

ménagements pour ne pas blesser l'épithélium de revêtement. Les deux faces sont ensuite lavées à l'eau distillée, après quoi l'on plonge le tout dans un bain de nitrate d'argent à 2 pour 1000. Pour avoir une bonne imprégnation, il faut exposer la pièce à une lumière vive tout en évitant de la soumettre à l'action directe des rayons solaires. Au bout de très-peu de temps, on voit la surface se ternir peu à peu, en même temps que les bords prennent une coloration brunâtre. A ce moment, on remplace la solution de nitrate d'argent par de l'eau distillée et, après une ou deux minutes, la pièce est portée dans l'alcool où on la laisse séjourner jusqu'au lendemain. Il suffit alors, pour l'examen, de détacher des fragments que l'on monte dans la glycérine.

Nous résumerons brièvement tout ce qui a trait à la face convexe, le côté péritonéal offrant seul de l'intérêt pour notre sujet : Sur la plèvre diaphragmatique, le nitrate d'argent délimite un revêtement de cellules généralement pentagonales et très-régulières. Elles sont un peu plus grandes que celles qui tapissent la face péritonéale, ce qui permet toujours de distinguer facilement chacune des deux faces. Sous la séreuse, on aperçoit un grand nombre de lymphatiques de tous les calibres ; les plus gros offrent des dilatations alternant avec des étranglements dont chacun correspond à une valvule ; leur épithélium est composé de cellules fusiformes à bords dentelés. Sur les parois des sinus lymphatiques les cellules sont plus larges et présentent des contours extrêmement sinueux. Il arrive souvent que l'épithélium pleural est à peine délimité au niveau des lymphatiques ; souvent même le réseau des lignes noires s'arrête brusquement sur les bords du vaisseau, et l'on voit à cet endroit un précipité irrégulier d'argent. Ce fait s'observe surtout dans la région correspondant à l'excavation sous-cardiaque. Pourtant, en colorant les noyaux, il est facile de s'assurer que le revêtement de la séreuse est partout continu. Enfin, entre les différents vaisseaux et dans l'épaisseur du tissu sous-épithélial, le nitrate d'argent montre sur un fond brun des espaces clairs anastomosés, fort irréguliers, sur lesquels Recklinghausen a fondé sa théorie des canalicules plasmatiques, et dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

La face inférieure du centre phrénique qui mérite plus particulièrement notre attention présente un aspect qui diffère complétement du précédent.

Au lieu de constituer une couche unie comme celui de la plèvre, l'épithélium péritonéal s'invagine plus ou moins profondément dans les fentes inter-tendineuses et dans les nombreuses dépressions qu'offre la surface du centre phrénique. Dès l'abord, on remarque un fait qui a frappé tous les observateurs : c'est que les cellules épithéliales qui tapissent les enfoncements sont beaucoup plus petites que celles qui se trouvent à la surface des faisceaux tendineux ; on peut même dire, jusqu'à un certain point, que *les éléments sont d'autant plus réduits qu'ils revêtent une excavation plus profonde*. On a ainsi l'apparence, fort bien figurée par Ludwig et Schweigger-Seidel et plus tard par Klein, de traînées de grandes cellules qui alternent avec des traînées de cellules plus petites placées sur un plan inférieur à celui des premières. On a vu plus haut que ces auteurs confirment aussi la description des stomates faite par Recklinghausen et Oedmansson. D'après eux, les contours des petites cellules sont moins nettement délimités par le réactif, et le réseau noir des lignes intercellulaires présente fréquemment des renflements irréguliers et de petits espaces clairs placés de préférence en des points où viennent converger plusieurs cellules. Cette opinion est à peu près universellement admise en Allemagne. Les figures de Dybkowsky pour la plèvre intercostale concordent parfaitement avec celles d'Œdmansson, ainsi qu'avec la description de Recklinghausen. Le dessin donné par Ludwig et Schweigger-Seidel est reproduit par Kölliker ; et, dans un ouvrage récent, W. Krause (1) nous montre entre les cellules de petites figures arrondies qu'il considère, soit 1° comme des lamelles intercalaires (Schaltplættchen) dépourvues de noyaux ; soit 2° comme de véritables lacunes intercellulaires, c'est-à-dire des stomates.

Pourtant cette interprétation des apparences offertes par le nitrate d'argent ne nous semble pas devoir résister à l'examen.

(1) *Handbuch der menschlichen Anatomie*, Hannover, 1876.

Déjà Ludwig et Schweigger-Seidel émettaient à cet égard des doutes bien justifiés, et Klein s'est prononcé plus clairement encore dans le même sens. En effet, à mesure que les procédés se perfectionnaient, ces prétendus stomates apparaissaient comme le résultat des méthodes employées; M. Ranvier a surtout insisté sur ce point.

C'est faute d'un lavage préalable que l'on obtient ainsi ces images trompeuses. Elles peuvent être attribuées soit à la distribution irrégulière de la sérosité à la surface de l'épithélium, soit à des phénomènes de rénovation altérant par places l'arrangement symétrique des éléments.

Le fait capital, c'est qu'on peut à volonté déterminer l'apparition des figures en question à la surface de toutes les séreuses, et en particulier à la face pleurale du diaphrame, où, pourtant, l'absorption des corpuscules solides n'a pas lieu (Recklinghausen). Il suffit, pour cela, de ne pas laver la surface de la séreuse à l'eau distillée, ou encore de faire usage de solutions trop concentrées, surtout si on laisse agir directement la lumière solaire.

Ce premier point, se rapportant aux lacunes, orifices ou stomates intercellulaires, peut donc être considéré comme hors de contestation dans l'état actuel de la science; mais il n'en est pas de même des communications péritonéo-lymphatiques décrites par Klein et par M. Ranvier.

Ce dernier considère la description de Ludwig et de Schweigger-Seidel comme inexacte; selon lui, les petites cellules ne seraient pas disposées en zônes continues; mais elles formeraient au niveau des fentes des îlots limités; ces cellules seraient des globules blancs et boucheraient l'orifice de puits lymphatiques.

Klein, de son côté, après avoir constaté que l'épithélium du péritoine est constitué au niveau des fentes par des éléments plus petits et apparemment plus jeunes, décrit, de place en place, des orifices bordés de cellules ayant ce caractère à un degré encore plus prononcé (1). Ludwig et Schweigger-Seidel se pro-

(1) *Handbook for the physiological Laboratory*, p. 111.

noncent à peu près dans le même sens : « Les traînées de » petites cellules sont fréquemment interrompues par des grou- » pes de cellules encore plus petites ayant plutôt par leur » aspect le caractère plus indifférent (1) de globules de la lymphe, » et provenant, comme on peut le démontrer avec assez de » certitude, d'une division des cellules de la séreuse. On recon- » naît, en effet, tous les stades de la segmentation nucléaire et, » en même temps que celle-ci, s'effectue une prolifération des » cellules qui se trouvent réunies en amas arrondis ; ce proces- » sus ne s'étend jamais au delà des fentes. »

Nos recherches nous ont conduits à la conviction que les centres de segmentation de Ludwig et Schweigger-Seidel, les canaux de communication de Klein et les puits lymphatiques de M. Ranvier se rapportent en définitive à un seul et même objet. Nous verrons en effet, en étudiant les apparences fournies par le nitrate d'argent et celles que donne l'acide osmique, que toutes ces formations peuvent être rattachées à une prolifération épithéliale.

En examinant une gouttière intertendineuse bien nitratée, on voit, séparés par des distances très-variables, les groupes de petites cellules signalés par Ludwig et Schweigger-Seidel. Klein, en parlant de la disposition de ces éléments épithéliaux ayant des dimensions très-réduites, dit que la transition de ces cellules aux autres lamelles épithéliales peut se faire graduellement ou bien d'une manière brusque. On observe en effet tous les intermédiaires d'une forme à l'autre. Ces petits éléments possèdent d'ailleurs, ainsi que Klein l'a très-bien figuré, un noyau ovalaire qui occupe presque tout le champ de la cellule ; *ce caractère est important à signaler en ce qu'il permet de différencier nettement ces éléments des leucocytes tels qu'on les trouve dans la lymphe.*

Quant à la disposition générale de ces éléments, elle peut varier depuis celle d'un îlot très-limité jusqu'à celle d'une traînée très-allongée. Les divergences qui existent entre les divers au-

(1) Cette expression a trait à la théorie qui tendrait à considérer les leucocytes comme n'étant que des cellules embryonnaires.

teurs à ce sujet doivent être attribuées à ce fait que chacun d'entre eux a fondé sa description sur un nombre restreint d'observations. L'alternance des bandes de larges cellules avec des bandes de cellules plus petites tapissant les gouttières inter-tendineuses est le cas ordinaire ; nous renvoyons à cet égard aux figures de Klein (Atlas, fig. 30 et 32). D'un autre côté, la description de M. Ranvier est parfaitement exacte pour certains centres phréniques. Il est incontestable que l'aspect peut varier considérablement d'un animal à l'autre ; on peut même, chez le même animal, trouver tous les intermédiaires d'une forme à l'autre.

Chez le cochon d'Inde, c'est surtout la disposition en traînées qui prédomine, tandis que chez le rat et chez la souris, où l'on n'observe pas d'ailleurs de fentes inter-tendineuses bien caractérisées, ces groupements sont répandus sur toute la surface du centre phrénique.

Mais il est un fait qui n'a été signalé que par Klein : au lieu des dépressions ordinaires tapissées de petites cellules, on peut en rencontrer d'autres de forme conique, tapissées des mêmes petites cellules, mais si profondes qu'elles arrivent presque au contact de la plèvre. Cette disposition répond sans doute à ce que le même auteur a désigné sous le nom de conduits verticaux, conduits dont quelques-uns iraient déboucher directement dans les lymphatiques sous-pleuraux.

Chez le lièvre, on rencontre des enfoncements analogues qui sont surtout disposés à la périphérie du centre phrénique. Il en existe également sur le péritoine qui tapisse la portion musculeuse du diaphragme.

En certains endroits, les cellules plus larges affectent au pourtour de ces dépressions une disposition rayonnée qui rappelle singulièrement les formations analogues que l'on trouve sur le sac lymphatique des batraciens. Lorsque les petites cellules du péritoine tapissent un enfoncement profond, l'imprégnation se fait beaucoup plus difficilement que sur les gouttières un peu larges. Pour obtenir un résultat satisfaisant, elle doit être plus prolongée que d'habitude.

Dans ces conditions, les petites cellules, dont le profil se des-

sine à mesure qu'on abaisse l'objectif vers l'excavation, prennent une coloration brunâtre et un aspect plus arrondi, ce qui fait qu'on les confondrait volontiers avec des leucocytes. Mais sur les dépressions plus larges l'erreur n'est pas possible, car lorsqu'on arrive au plan des cellules qui tapissent le fond de la citerne, on les voit transparentes et polygonales, et, lorsqu'il se trouve dans la cavité un ou plusieurs globules blancs, on différencie ces éléments au premier coup d'œil, grâce à leur forme plus ou moins sphérique et à leur coloration bien plus foncée. Mais souvent il arrive que le fond de la citerne n'est pas imprégné, et l'on a alors une garniture de cellules marginales plus ou moins rondes d'aspect ; au fond du conduit, apparaît l'épithélium du lymphatique sous-jacent, ce qui répond assez bien à la description des puits lymphatiques dont les cellules obstruant l'orifice auraient disparu, ou encore aux stomates ouverts de Klein : souvent la présence de quelques leucocytes dans l'excavation contribue encore à rendre l'illusion plus complète. Mais il est facile de se convaincre, sur de bonnes imprégnations, que l'épithélium est continu à lui-même, tant au niveau des traînées et des îlots que dans les excavations les plus profondes. Ce fait nous paraît être en opposition avec toute hypothèse de communication entre les lymphatiques et le péritoine à ce niveau. *D'autre part, si nous examinons l'épithélium de revêtement des conduits lymphatiques au niveau de ces enfoncements, nous voyons qu'il ne présente aucune solution de continuité ; aucun auteur d'ailleurs n'a jamais décrit ni figuré sur la paroi des lymphatiques des orifices correspondant à ceux qu'on signale sur le péritoine.* A ce propos, nous croyons devoir entrer dans quelques détails au sujet de la disposition des lymphatiques sous-péritonéaux tels qu'ils se présentent sur une préparation imprégnée au nitrate d'argent.

Chacun des espaces que limitent les tendons rayonnés renferme un conduit lymphatique que l'on reconnaît facilement à son épithélium dentelé. Vers l'extrémité des fentes, et notamment à la périphérie du centre phrénique et autour des branches de la veine phrénique inférieure, les traînées du réticulum conjonctif

prennent un grand développement ; la surface est accidentée, très-irrégulière, et plus bas se trouve un vaste lac lymphatique qui existe partout au niveau de la jonction des parties tendineuse et musculaire (1).

Une particularité morphologique de l'épithélium qui tapisse les lymphatiques interfasciculaires peut encore aider à éclairer les rapports des dépressions en question avec ces conduits. En effet, — et les auteurs paraissent avoir négligé de signaler ce point, — l'épithélium de revêtement des lymphatiques interfasciculaires est différent, suivant que l'on considère la paroi la plus voisine de la surface libre du péritoine ou la paroi profonde. La paroi superficielle est formée de cellules dentelées très-irrégulières, tandis que le plan profond se compose de lamelles à bords à peine sinueux et dont le grand axe est souvent dirigé transversalement. Or, dans l'hypothèse des communications libres, on devrait évidemment apercevoir au fond des puits l'épithélium profond. On voit, au contraire, l'épithélium lymphatique à cellules sinueuses, c'est-à-dire l'épithélium superficiel. Donc *l'épithélium lymphatique superficiel forme entre la cavité séreuse et la lumière du vaisseau une barrière non interrompue, du moins à ce niveau.*

Nous allons insister maintenant sur une particularité que l'on peut observer au niveau de ces traînées ou de ces îlots, particularité sur laquelle se sont appuyés certains auteurs pour admettre l'existence de puits lymphatiques.

Ici, comme dans la généralité des séreuses, ces centres de formation cellulaire se trouvent disposés dans des enfoncements, c'est-à-dire dans des portions de la séreuse qui paraissent supporter un moindre effort mécanique. De plus, ces centres

(1) Nous dirons ici un mot d'une méthode que recommandent plusieurs histologistes, notamment Recklinghausen et Klein, et qui consiste à traiter par le pinceau les surfaces séreuses avant de les imprégner. Ce procédé aurait pour but d'enlever l'épithélium afin de mettre le réactif en contact direct avec les lymphatiques et les réseaux plasmatiques. Ce mode de préparation ne nous a pas semblé favorable pour l'étude d'une question aussi délicate que celle des stomates ; c'est, en somme, un moyen de dissociation assez grossier, et l'on ne peut jamais savoir au juste quelles sont les couches qui ont été enlevées et jusqu'à quel point les tissus sous-jacents ont été respectés.

donnent naissance à des agglomérations d'éléments à peu près sphériques dans les fentes intertendineuses, soit en dehors vers la face libre du péritoine, soit dans la profondeur des tissus sous-jacents. Nous reconnaissons qu'il est, en général, assez difficile, sur un centre phrénique imprégné au nitrate d'argent, de se rendre un compte exact de la nature et de la relation de ces éléments que l'on serait tenté à première vue de prendre pour des amas de leucocytes. Souvent ils se présentent comme des masses cellulaires faisant saillie à la surface de la séreuse dont l'épithélium apparaît sur un plan plus profond; ces masses ressemblent alors aux excroissances cellulaires que nous avons décrites sur le grand épiploon et le méso-péricarde. Elles sont formées de cellules à peu près sphériques, légèrement granuleuses, et, quand on colore la préparation à la purpurine, on découvre des noyaux dont quelques-uns sont en voie de segmentation ; parfois encore, on trouve deux ou plusieurs noyaux dans le même élément. Celui-ci ne saurait donc être considéré comme un leucocyte. Ces masses peuvent être en continuité directe avec l'épithélium ; d'autres fois, elles sont rattachées à la surface de la séreuse par des prolongements minces et granuleux. Bien que nous n'ayons pas pu suivre ici dans toutes ses phases le développement successif de ces agglomérations, il nous semble hors de doute qu'on doit les rattacher, avec Ludwig et Schweigger-Seidel, à une prolifération épithéliale.

Nous pouvons en dire autant des amas cellulaires sous-épithéliaux disposés au niveau des traînées ou des îlots, et qui nous fournissent l'explication des apparences sur lesquelles M. Ranvier a fondé sa description des puits lymphatiques. Ces amas sont en continuité directe avec l'épithélium des traînées ou des îlots qui offre à leur niveau des dimensions encore plus réduites.

Comme ceux qui font saillie dans la cavité péritonéale, ils sont constitués par des cellules sphériques ou polyédriques à noyaux volumineux, qui présentent des phénomènes manifestes de segmentation. On ne saurait donc les confondre avec des leucocytes aussi peu que les éléments qui forment les agglomérations dont nous parlons plus haut.

Voici sous quel aspect se présentent ordinairement ces formations sur un centre phrénique bien nitraté et coloré à la purpurine. En abaissant lentement l'objectif on tombe d'abord sur le revêtement épithélial formé à leur niveau de cellules à dimensions très-réduites. Sur un plan inférieur, on rencontre un amas de cellules sphériques répondant à la figure des puits lymphatiques. Ces agglomérations sont en continuité directe avec l'épithélium péritonéal qui en forme pour ainsi dire le plan le plus superficiel. Elles apparaissent ainsi comme des grappes cellulaires appendues à la face profonde de cet épithélium.

Ces agglomérations ne se présentent jamais sous l'aspect d'un conduit bordé de cellules ; c'est, au contraire, une masse pleine dont la coupe optique représente une rosace plus ou moins irrégulière sans qu'il y ait trace d'une lumière centrale. En outre, ces amas sont loin d'avoir constamment une forme circulaire ou même arrondie. On ne les rencontre presque jamais qu'au point où une des fentes rayonnées de la face péritonéale est croisée par une des fentes circulaires de la face supérieure. Ils se moulent complétement sur les parois des fentes interfasciculaires, de sorte qu'on en voit qui, étalés d'abord en lame étroite entre deux faisceaux rapprochés, se renflent plus profondément lorsque l'espace qui les contient s'élargit lui-même. Leur direction est le plus souvent oblique par rapport à la surface de la séreuse ; leur dimension varie depuis la largeur d'un seul élément jusqu'à celle d'une agglomération de quinze à vingt cellules et même davantage. Parfois deux ou plusieurs amas voisins se confondent en une seule masse bourgeonnante. Les bords de ces cônes pénétrants peuvent être très-nets ; on est alors en présence d'un cylindre vertical ou oblique (puits de M. Ranvier). D'autres fois ils sont plus ou moins déchiquetés, des groupes de cellules font saillie, fusent dans les interstices du tissu sous-jacent, ou viennent se ranger sous l'épithélium du péritoine.

Les préparations obtenues par l'acide osmique confirment en tous points la description précédente, et permettent en outre de pénétrer plus facilement dans certains détails de la structure intime du centre phrénique.

Voici le procédé que nous avons employé : on ouvre la cavité abdominale d'un lapin ; on enlève tous les viscères, de façon à mettre le diaphragme à nu, et l'on porte sur la partie que l'on veut étudier quelques gouttes d'acide osmique concentré suivant la méthode depuis longtemps mise en usage par M. Pouchet. Le tissu ne tarde pas à brunir ; on lave ensuite à l'eau distillée pour enlever le réactif en excès, et la pièce peut dès lors être montée en préparation persistante ; cependant il est avantageux de la colorer à la purpurine. L'acide osmique donne ainsi des résultats bien meilleurs que l'alcool ; seulement, au bout d'un certain temps, les préparations perdent en partie leur transparence par l'action lente de la lumière ; mais lorsqu'elles sont récentes elles permettent de voir les moindres détails avec une netteté admirable dont n'approche aucun autre procédé.

On voit ainsi avec la plus grande facilité le tissu conjonctif séreux déjà décrit par Ludwig et Schweigger-Seidel. Il se montre dans ce cas comme un réticulum composé de travées conjonctives anastomosées de grosseurs très-diverses. Au niveau des fentes on voit souvent les faisceaux s'écarter de manière à limiter des sortes de conduits ou enfoncements obliques.

Entre l'épithélium et la trame lamineuse de la séreuse existe un réseau délicat de fibres élastiques.

Sur de pareilles préparations on distingue très-nettement les amas cellulaires précédemment décrits, soit qu'on les observe à la surface de la séreuse ou au-dessous de l'épithélium. Ils paraissent constitués de cellules arrondies, légèrement granuleuses, que l'on différencie aisément des leucocytes. Toutefois cette méthode, si elle nous renseigne exactement sur la nature des éléments qui forment ces agglomérations, ne permet pas de déterminer aussi nettement que par les imprégnations au nitrate d'argent la superposition des différents plans épithéliaux. Nous insistons tout particulièrement sur cette vérification, par une méthode différente et à certains points de vue plus rigoureuse (l'acide osmique fixant les éléments en état), de phénomènes plus faciles à voir dans leur ensemble sur des imprégnations où le nitrate d'argent a donné au tissu une transparence presque absolue.

ENFONCEMENTS CITERNAUX DE LA GRENOUILLE.

On peut rapprocher jusqu'à un certain point des traînées ou des îlots qu'on rencontre à la face inférieure du diaphragme de certains mammifères, les enfoncements citernaux qui se trouvent sur la paroi antérieure du grand sac lymphatique abdominal de la grenouille et du crapaud. Nous avons eu occasion précédemment (1) de donner une description détaillée de la disposition de ces enfoncements; aussi ne reviendrons-nous ici que sur quelques points spéciaux. Ces excavations cratériformes, désignées plus communément sous le nom de citernes, puits, ou stomates, offrent ceci de commun avec les îlots de la face inférieure du centre phrénique du lapin, que leur fond est occupé par une ou plusieurs cellules de diamètre inférieur à celui des cellules voisines, et semblant posséder des propriétés vitales plus accentuées. C'est ce que vient surtout démontrer l'action des réactifs et en particulier du carmin qui les colore plus fortement que le restant de l'épithélium péritonéal. Nous continuerons à donner à ces éléments le nom de cellules protoplasmatiques. L'aspect et les réactions de ces petites cellules les rapprochent des épithéliums. Elles possèdent un noyau ovoïde ou sphérique, muni d'un nucléole brillant, ce qui les différencie à première vue des leucocytes. Ces éléments s'altèrent plus ou moins profondément sous l'influence du nitrate d'argent. Aussi doit-on avoir recours à des réactifs immobilisant davantage les éléments anatomiques, tel que l'acide osmique employé en solution concentrée.

Voici comment nous procédons : A l'aide d'une pipette, on en verse quelques gouttes sur la paroi antérieure du sac lymphatique que l'on a préalablement insufflé. Au bout de quelques minutes, quand la membrane a légèrement bruni, on l'enlève, on la colore par le carmin et on la monte dans la glycérine. On distingue aisément sur une pareille préparation les enfoncements citernaux, en ce que la membrane étant moins épaisse à leur

(1) Voy. *Recherches sur l'épithélium des séreuses* (*Journ. de l'anat. et de la physiol.*, n° de janvier-février, 1874.

niveau, ils apparaissent comme des taches plus claires sur le fond légèrement obscur du restant de la paroi. Il est également facile par ce procédé de se rendre un compte exact de la forme et de la relation des petites cellules qui tapissent le fond de ces excavations. Quelquefois il arrive, lorsque la citerne est de petit diamètre, qu'elle ne renferme qu'une seule cellule. Celle-ci se reconnaît aisément et se différencie nettement du tissu ambiant en ce que le corps cellulaire est légèrement granuleux. Dans ce cas sa forme habituelle est celle d'un ovale autour duquel viennent se grouper les noyaux des cellules épithéliales voisines, fait intéressant à signaler au point de vue de l'opinion que nous émettons d'après laquelle ces enfoncements doivent être considérés comme des centres de prolifération. Lorsqu'il n'y a qu'une cellule, son noyau est toujours volumineux. Il occupe parfois plus des trois quarts de la cellule ; sa forme ordinairement en bissac vient attester la prolifération de l'élément.

On peut du reste sur une même préparation suivre toutes les phases de ce phénomène. Quelques enfoncements contiennent deux cellules, d'autres trois, etc. Nous sommes arrivés à compter jusqu'à cinq ou six cellules et même plus dans un seul enfoncement. Nous avons essayé, dans les dessins que nous donnons, de figurer les phases successives de ce phénomène de segmentation. On peut suivre dans ce cas les lignes de séparation même sur des pièces traitées par l'acide osmique.

L'existence de ces cellules dans le fond des citernes doit exclure toute idée de communication directe entre la cavité péritonéale et le système lymphatique. Sur les préparations bien réussies on ne voit entre elles aucun intervalle, aucun orifice autorisant à supposer qu'il existe à leur niveau un conduit unissant le péritoine et le sac lymphatique sous-jacent et permettant le passage de particules solides d'une de ces cavités dans l'autre.

Mais il peut arriver, et le fait se produit fréquemment, que dans les manœuvres opératoires l'une des cellules enclavées tombe et laisse un vide qui fait croire à une perforation complète ; il n'en est rien. A l'aide de forts objectifs (7 à immersion de Nachet) on arrive presque toujours dans ce cas à distinguer encore

dans le plan le plus profond de la préparation, si la face péritonéale est en haut, la couche épithéliale qui forme le revêtement lymphatique de la membrane. Les imprégnations au nitrate d'argent ne laissent d'ailleurs aucun doute à ce sujet. L'épithélium lymphatique se montre partout continu avec lui-même, même au niveau des enfoncements citernaux. Nous n'allons pas toutefois jusqu'à affirmer qu'en certains endroits les cellules de l'excavation ne forment à elles seules la séparation des cavités péritonéale et lymphatique et ne puissent produire par leur chute des perforations complètes. Ce serait en tout cas l'exception, si jamais ce fait venait à être complétement démontré.

Un autre point qu'il ne faut jamais perdre de vue quand on étudie les citernes, c'est que si le fond de quelques-unes semble être contigu à l'épithélium de revêtement lymphatique, la majorité de ces citernes ne dépassent pas en profondeur la moitié de l'épaisseur de la membrane. Quelques-unes même sont si superficielles, que sans les cellules protoplasmatiques qui en occupent le fond on aurait de la peine à les distinguer. Il semble d'ailleurs que plus l'excavation diminue de profondeur, plus les cellules protoplasmatiques tendent à se rapprocher de la forme des cellules épithéliales voisines. Elles s'aplatissent, augmentent de dimensions, perdent leur aspect granuleux et présentent de plus en plus les caractères propres aux cellules plates des séreuses.

Nous ajouterons une dernière remarque que suggère la présence bien connue de cils vibratiles sur les cellules épithéliales qui avoisinent les enfoncements chez la grenouille femelle (1). Il est évident que s'il existe des communications réelles entre les deux cavités précédentes, le mouvement des cils vibratiles devra faciliter le passage des corpuscules solides (leucocytes, grains de carmin, globules de lait, etc.) du péritoine dans le système lymphatique. Or loin de favoriser ce passage, les cils vibratiles sem-

(1) La découverte de cellules à cils vibratiles dans le péritoine de la grenouille femelle remonte déjà loin. Elle est due à *Mayer* (1832-36). Parmi les auteurs qui ont ensuite étudié ces cellules on peut citer *Thiry* (1862), *Schweigger-Seidel* et *Dogiel*, *Leydig*, *Klein* et récemment *Neumann* (*Arch. für mik. Anat.* 1875), qui en a fait une étude très-approfondie.

blent au contraire l'entraver. Si l'on étale sur une plaque de verre la paroi antérieure du sac lymphatique d'une grenouille femelle de façon à ce que sa face péritonéale soit tournée en haut, et qu'on verse dessus une goutte de lait ou d'eau tenant en suspension des grains de carmin, voici ce qu'on observe : Les cils continuant encore à se mouvoir pendant un temps assez long déterminent au niveau de chaque enfoncement des tourbillons qui entraînent bien pendant quelques secondes les particules solides, mais qui ne tardent pas à les rejeter au loin. Bien que notre attention fût spécialement portée sur ce point, nous n'avons pu constater le passage d'un seul grain de carmin ni d'un globule de lait.

Nous avons tenu à signaler ici ce fait, qui nous paraît en opposition formelle avec la théorie des stomates.

CONCLUSIONS.

I. La membrane hyaline limitante des muqueuses ne résulte pas de la soudure de cellules plates juxtaposées, mais elle se continue, comme la couche superficielle du derme, avec la matière amorphe du chorion sous-jacent.

II. Les cellules épithéliales qui tapissent une même séreuse ne sont pas partout identiques à elles-mêmes ; au milieu des cellules plates dites *endothéliales* on peut rencontrer, d'espace en espace, des éléments plus petits rattachés génésiquement aux précédents et disposés sous forme de traînées ou d'îlots.

III. Ces petites cellules occupent généralement des points de la séreuse excavés et paraissant par conséquent soumis à un moindre frottement.

IV. Ces cellules présentent une activité nutritive plus considérable que les cellules dites endothéliales. Nous les considérons comme les centres de formation de ces dernières.

V. Elles sont mutuellement tangentes les unes aux autres et ne laissent entre elles aucun espace libre. L'absorption, si elle se fait à leur niveau, ne peut avoir lieu qu'en raison de la constitution même de leur corps cellulaire permettant le passage de

substances et de particules solides déjà signalé pour les corps gras, en particulier dans les cellules de la muqueuse intestinale.

VI. Ces centres de prolifération peuvent bourgeonner, soit extérieurement, soit intérieurement, donnant dans le premier cas des amas mûriformes pédiculés (épiploon), et dans l'autre des cônes pénétrants logés dans le tissu sous-jacent (face péritonéale du centre phrénique). Cette dernière disposition donnerait lieu aux apparences décrites sous le nom de puits lymphatiques.

VII. Les cellules constituant ces amas, en continuité morphologique et génésique avec l'épithélium séreux, peuvent être en contact, mais ne sont jamais en continuité avec l'épithélium tapissant les vaisseaux lymphatiques (1).

EXPLICATION DES PLANCHES XI ET XII.

PLANCHE XI.

Fig. 1. Face externe du pavillon de la trompe (brebis) imprégnée au nitrate d'argent. Continuation des cellules prismatiques à cils vibratiles avec l'épithélium péritonéal. Grossissement de 260.

Fig. 2 et 3. Grand épiploon du cochon d'Inde fixé par l'alcool et coloré à la purpurine. Amas cellulaires à divers états de développement. Grossissement de 350.

Fig. 4. Ligament mésopéricardique du chat montrant une grappe bourgeonnante. Grossissement de 580.

Fig. 5. Amas cellulaires appendus à des filaments très-grêles observés sur l'épiploon du cochon d'Inde. Grossissement de 580.

Fig. 6. Tunique vaginale du veau. Centre de prolifération. Grossissement de 350.

Fig. 7. Portion viscérale de la tunique vaginale du veau. Appendice frangé terminé par des amas cellulaires en voie de prolifération. Grossissement de 350.

PLANCHE XII.

Fig. 1. Grappe cellulaire observée sur la face péritonéale du centre phrénique d'un lapin. Acide osmique. Grossissement de 350.

(1) Ces recherches ont été faites au Laboratoire d'histologie zoologique de l'École des hautes-études.

Fig. 2. Face péritonéale du centre phrénique d'un lapin traitée par le nitrate d'argent. On voit dans la gouttière intertendineuse un îlot de petites cellules épithéliales, et au-dessous un amas de cellules sphériques ou légèrement polyédriques (puits de M. Ranvier). Grossissement de 350.

Fig. 3. Cellules sous-jacentes à l'épithélium. Grossissement de 580.

Fig. 4. Face péritonéale du centre phrénique d'un lapin montrant deux apparences de puits lymphatiques.

Fig. 5. Figure schématique représentant la coupe de la figure 4 au niveau d'un puits lymphatique.

a. Épithélium péritonéal. Les petites cellules qui tapissent la gouttière intertendineuse se continuent dans la profondeur par un amas cellulaire plein dont les éléments sont représentés dans la figure 3 à un plus fort grossissement (7 de Nachet).

b,*b*. Double couche tendineuse,

c. Épithélium pleural.

Fig 6. Enfoncements de la face péritonéale d'un centre phrénique de lièvre. Grossissement de 260.

Fig. 7. Enfoncements citernaux de la paroi antérieure du grand sac lymphatique abdominal du crapaud. Acide osmique. Grossissement de 580.

SUR

UN MICROTOME CONGELANT

PAR LA VAPORISATION DE L'AMMONIAQUE

Par M. VIGNAL

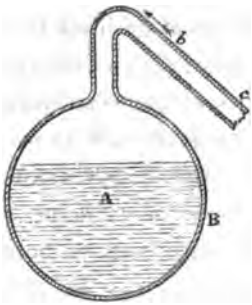
Me trouvant l'été dernier dans un village et désirant faire quelques coupes de tissu frais, il me fut impossible, vu l'éloignement d'une ville, de me procurer de la glace et par conséquent de me servir du microtome de mon honorable maître, M. le professeur Rutherford ; j'eus alors l'idée de me faire construire un petit appareil générateur de la glace, d'après le principe de ceux de M. Carré. Mais le transport de la glace dans un autre microtome me donna beaucoup de désagréments ; je fis alors construire pour les éviter l'appareil dont je donne ici la description et le dessin.

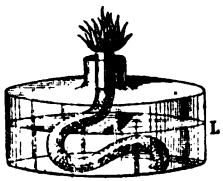
C'est un petit appareil Carré produisant le froid par le passage du gaz ammoniac liquéfié à l'état gazeux, dont la boîte destinée à renfermer l'eau devant être congelée est remplacée par le tube d'un microtome, qui peut parfaitement être celui de M. Ranvier et non celui que j'ai fait faire ; je préfère ce dernier, car je puis à l'aide de son indicateur régler plus facilement l'épaisseur des sections.

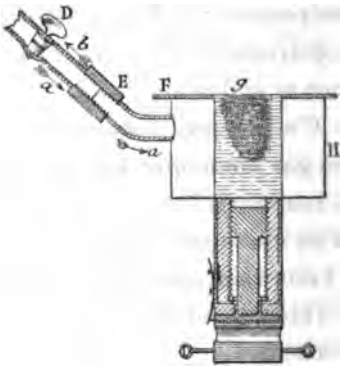
L'appareil est tout entier en bronze, d'une épaisseur d'un et demi à deux millimètres, sauf la table F qui est plus épaisse en raison des frottements qu'elle subit, et aussi parce qu'un de ses côtés sert à fixer l'instrument à une table à l'aide d'une vis que l'on ne voit pas sur le dessin ci-joint qui n'est qu'une section transversale de l'appareil. Ce moyen d'assujettissement est le même que celui du microtome congelant de Rutherford (voy. *Journ. d'anat. et phys.* n° 4, p. 482, 1874).

La sphère creuse B renferme environ 65 centimètres cubes d'une solution aqueuse de gaz ammoniac saturée à une tempé-

rature de + 5 degrés sous la pression normale ; C est le tube servant à l'échappement du gaz ammoniac qui vient en suivant la direction des flèches *a* se liquéfier dans la boîte H ; G est le tube du microtome enveloppé de toute part par la boîte H; E est un écrou servant à démonter l'appareil pour le remplir d'ammoniaque et le transporter avec plus de facilité ; il faut éviter de se servir de cet écrou quand cela n'est pas absolument utile, car naturellement on perd un volume de gaz ammoniac égal à la capacité de la







boîte, et ce volume souvent répété diminue la quantité d'ammoniaque qui doit se liquéfier ; D est une clef servant à prévenir l'évaporation de l'ammoniaque quand l'appareil est démonté, mais son principal usage est de régler le passage à l'état gazeux du gaz ammoniac liquéfié.

Pour se servir de cet appareil après l'avoir fixé à une table, on met la pièce de tissu que l'on veut geler dans le tube du microtome et l'on achève de remplir ce dernier d'une solution aqueuse de gomme ; cette solution sert à fixer le tissu ; elle a l'a-

vantage de ne pas se cristalliser et se coupe aussi facilement que la moelle du sureau ; cette solution est la même que celle recommandée par le professeur Rutherford (voy. *lib. cit.*); elle se compose de 310 grammes d'eau, 120 gouttes d'alcool camphré et 155 grammes de gomme arabique ; puis après avoir établi la communication entre les deux parties de l'appareil en tournant convenablement la clef D, on chauffe à l'aide d'une lampe à alcool L la sphère ; au bout de 5 à 7 minutes le gaz ammoniac a abandonné l'eau le tenant en solution et s'est liquéfié dans la boîte H ; on éloigne alors la lampe, et si le lieu où l'on opère est chaud on plonge la sphère dans de l'eau froide ; alors le gaz ammoniac liquéfié passe à l'état gazeux pour retourner se dissoudre dans l'eau en suivant la direction des flèches *b* et génère du froid autour du tube du microtome ; la solution de gomme se solidifie, le tissu qu'elle contenait devient dur ; on ferme alors la clef et l'on fait les sections avec un rasoir ; ces sections sont portées dans de l'eau à l'aide d'un pinceau ou d'une aiguille : au bout de quelques instants elles sont complétement débarrassées de la gomme qui les entourait. Quand l'on voit que la solution de gomme se ramollit, on rétablit pour un moment la communication entre les deux parties de l'appareil ; il y a alors nouveau passage de l'état liquide à l'état gazeux du gaz ammoniac et par conséquent, nouvelle production de froid, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que tout le gaz ammoniac soit redissous dans l'eau ou que l'on ait obtenu le nombre de coupes nécessaires ; dans ce dernier cas on ouvre la clef et l'appareil se trouve prêt à geler de nouveau.

Pour bien réussir il faut, avant de faire fonctionner l'appareil, le retourner convenablement pour faire passer tout l'ammoniaque dans la sphère, car en le déplaçant un peu d'ammoniaque peut avoir passé dans la boîte H ; il est bon également d'entourer cette dernière d'une pièce de laine pour éviter l'effet de la chaleur ambiante.

Le rasoir ou couteau employé doit être concave des deux côtés. Il faut éviter de chauffer la sphère contenant l'ammoniaque au-delà de 100 degrés ; cette température est assez forte pour chas-

ser presque toute l'ammoniaque de l'eau, et celle-ci à cette température et sous la pression qui existe dans l'appareil ne dégage pas assez de vapeurs pour qu'en venant se condenser dans la boîte enveloppant le tube du microtome elles gênent la génération du froid : j'avais pensé à faire fixer à l'intérieur de la sphère un thermomètre dont la tige libre en dehors eût donné la température de l'ammoniaque, mais ce moyen est fort peu pratique ; quant au temps nécessaire pour que l'ammoniaque soit élevée à une température de 100 degrés, je l'ai évalué avec ma lampe à alcool à 5 à 7 minutes ; mais ce temps varie naturellement avec le volume de la flamme employée ; un moyen empirique assez bon est de cesser de chauffer quand l'on ne peut plus maintenir le doigt sur la partie moyenne du tube C ; mais un ou deux essais auront bien vite indiqué le temps nécessaire pour chasser toute l'ammoniaque.

La vis du microtome doit être graissée avec soin pour éviter qu'elle ne soit fixée trop fortement. Ce microtome peut aussi servir comme le microtome congelant de Rutherford à couper un tissu durci dans les réactifs ordinaires et fixé dans une bougie de paraffine ou un mélange de cire et d'huile.

J'offre ici la description de ce microtome qui n'est en définitive que la combinaison de deux appareils depuis longtemps connus, car j'ose espérer qu'il pourra servir non-seulement à quelques histologistes se trouvant loin d'un centre, mais aussi qu'il pourra être adopté dans les laboratoires, car il présente une grande propreté et aussi l'avantage assez grand de n'exiger aucune dépense une fois construit.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Note sur l'état des nerfs dans l'ulcère perforant du pied, par M. le docteur MICHAUX, ex-chirurgien des hôpitaux de Saint-Étienne, médecin à Nice. (Extrait du *Lyon médical*. Lyon, 1876, in-8, t. XXI, p. 5.)

La pathogénie du mal plantaire perforant, qui a inspiré un nombre considérable de mémoires depuis une vingtaine d'années, n'était encore qu'un champ ouvert aux hypothèses les plus contradictoires, lorsque parurent dans les *Archives de médecine* (1873) les recherches de MM. Duplay et Morat, qui eurent l'avantage de rallier les suffrages d'un grand nombre de pathologistes. L'ulcère perforant est toujours lié à une lésion dégénérative des nerfs de la région, telle est la conclusion de ces recherches, conclusion inspirée peut-être par les travaux de Mitchell, Charcot, Brown-Sequard, Mougeot, etc. MM. Duplay et Morat, en ajoutant un chapitre à l'histoire des troubles trophiques consécutifs aux lésions des nerfs, ont bénéficié de l'accueil favorable fait à la doctrine des nerfs trophiques. Mais quelque séduisante que paraisse une théorie nouvelle, nous ne pensons pas que l'on doive lui accorder le droit de cité sans examen, surtout lorsque l'occasion se présente d'en vérifier l'exactitude.

Avant d'exposer le fait que nous avons observé avec la plus scrupuleuse attention et qui attaque directement la théorie de MM. Duplay et Morat, nous allons signaler dans leur travail plusieurs points qui nous paraissent prêter le flanc à la critique.

Et d'abord, dans leurs efforts de généralisation, ces auteurs, à notre avis, se sont laissé entraîner trop loin. Les ulcérations du pied observées dans l'atrophie musculaire, dans l'ataxie locomotrice, dans un cas de kyste hydatique du sacrum, dans les lésions traumatiques des nerfs, ne peuvent être assimilées aux ulcères décrits en chirurgie sous le nom d'ulcères perforants du pied. Si on accepte ce rapprochement, pourquoi ne pas réunir aussi sous la même dénomination les ulcérations du talon qui se produisent dans les traumatismes de la moelle épinière, en même temps que les eschares de la région sacrée?

L'ulcère perforant du pied proprement dit se distingue des ulcérations qui se produisent dans ces cas divers par deux caractères bien tranchés; au point de vue symptomatique, il ne se complique pas d'atrophie musculaire, de paralysie motrice, d'ataxie, etc.; au point de vue anatomo-

pathologique, nous le disons par anticipation, il ne nous paraît pas présenter de lésion nerveuse dégénérative.

Nous admettons très-bien la possibilité de cette lésion dans les ulcérations variées dont nous venons de parler, et si MM. Duplay et Morat ont pris pour type de leur description anatomo-pathologique les lésions rencontrées à l'autopsie de ce malade qui avait un kyste du sacrum, nous sommes prêt à reconnaître la justesse de cette description. Mais peut-on conclure de là à l'existence des mêmes lésions dans le véritable mal perforant? Les auteurs dont je parle ont bien examiné à différentes reprises les pièces provenant d'amputations d'orteils ou d'amputations partielles du pied ; mais comme nous le verrons plus loin, l'examen des extrémités nerveuses est insuffisant, il faut de toute nécessité, pour trancher la question, une autopsie complète, ou tout au moins l'autopsie du membre affecté.

De plus, l'hypothèse d'une névrite dégénérative dans le mal perforant soulève une question secondaire à laquelle les auteurs nous paraissent avoir été quelque peu embarrassés de répondre.

Puisque l'ulcère perforant est le résultat d'une lésion dégénérative des nerfs, quel est le point de départ de cette lésion? A-t-elle son origine dans la moelle épinière, dans les racines des paires nerveuses, dans les troncs nerveux des membres? Ou bien est-elle simplement localisée à la terminaison des nerfs? « La réponse à cette question, disent MM. Duplay et Morat, n'est pas possible actuellement. Tout d'abord il semble qu'elle pourrait être tranchée par un seul fait d'autopsie complète d'un sujet ayant succombé pendant le cours d'un ulcère perforant. Cette occasion s'est présentée à nous. » Et les auteurs citent le cas de ce malade qui avait un ulcère du talon et dont l'autopsie fit découvrir des hydatides dans le canal médullaire. De là la conclusion que le mal perforant, quand il n'est pas d'origine traumatique, tient à une cause cachée de compression ou d'interruption du courant nerveux (tumeurs, maladies diverses des centres nerveux), pouvant avoir son siége dans n'importe quel point du conducteur nerveux, depuis son origine jusqu'à sa terminaison.

Voilà précisément la conclusion qui ne nous paraît pas suffisamment légitimée par les faits qu'ont pu observer MM. Duplay et Morat.

Comment admettre que ces individus porteurs d'ulcères perforants, qui marchent, se livrent même à de rudes travaux sans éprouver d'autre gêne que celle qui résulte de l'ulcère ou de l'amputation des orteils, comment admettre que ces individus sont affectés « d'une cause cachée de compression ou d'interruption du courant nerveux? » La symptomatologie bien connue des tumeurs de la moelle épinière écarte l'idée d'une semblable lésion. Il est incontestable que des ulcérations peuvent se développer au pied, au début de certaines affections médullaires; mais dans ces cas l'ulcération ne tarde pas à être reléguée au second plan par l'apparition de symptômes nouveaux d'une extrême gravité.

C'est ainsi du reste que les choses se sont passées dans l'observation intéressante à laquelle je faisais allusion tout à l'heure. La malade, après avoir présenté de la paralysie, des douleurs vives le long des membres inférieurs, des eschares au siége, etc., a succombé avec un cortége de symptômes qui n'a rien de commun avec le mal perforant.

Nous pensons, comme MM. Duplay et Morat, que le problème peut être résolu par un seul fait d'autopsie complète d'un sujet atteint de mal perforant. Toutefois il faut pour cela un cas de mal perforant classique, un cas où l'ulcère dégagé de toute complication sera resté constamment le phénomène prédominant de la maladie.

Nous avons eu l'occasion assez rare de faire une autopsie dans ces conditions. Voici cette observation, qui fait la base de ce travail.

Obs. Dubœuf (Pierre), 58 ans, journalier, né à Saint-Galmier (Loire), entre à l'hôpital de Saint-Étienne le 8 mars 1874.

Cet homme, d'une intelligence très-bornée, ne peut donner aucun renseignement sur la cause présumée de sa maladie. Il raconte que les plaies de ses pieds sont apparues il y a plusieurs années; qu'une de ces plaies a nécessité il y a environ trois ans l'amputation du gros orteil droit, et que quatre mois après les ulcérations se sont reproduites ailleurs. Actuellement le pied droit présente deux ulcérations, l'une, profonde, sous le talon, et l'autre à la face plantaire du gros orteil. Le pied gauche offre également deux ulcérations occupant les mêmes siéges; celle du gros orteil est superficielle et recouverte d'une croûte. Autour des ulcères du talon on remarque un bourrelet épidermique taillé comme à l'emporte-pièce. La surface des plaies est complétement insensible; on remarque en outre des deux côtés une diminution notable de la sensibilité de la jambe et du pied; à la cuisse, la sensibilité est normale. Quelques jours après son entrée ce malade est atteint de diarrhée; il perd l'appétit peu à peu, prend une teinte cachectique et le pied droit devient œdémateux. Il se plaint de douleurs qui le rongent dans les pieds, au niveau des ulcères. On observe plusieurs accès de fièvre. Affaiblissement progressif. Mort le 9 juin.

Autopsie. La jambe et le pied droits sont très-œdématiés. On trouve une nappe purulente entre la couche musculaire superficielle de la jambe et la couche profonde; le pus s'étend dans la jambe jusqu'à 6 centimètres environ au-dessus de l'articulation tibio-tarsienne. La gaîne des péroniers latéraux est aussi le siége d'une infiltration purulente qui remonte jusqu'à l'insertion supérieure du long péronier latéral. L'articulation calcanéo-astragalienne est baignée par le pus, et ses ligaments sont détruits. Le calcanéum offre une coloration verdâtre; il est nécrosé et brisé en deux fragments. L'articulation astragalo-scaphoïdienne est aussi envahie par le pus; l'articulation tibio-tarsienne et celle du calcanéum avec le cuboïde sont encore intactes.

Le nerf tibial postérieur a pris dans toute l'étendue où il est baigné par le pus une coloration grisâtre; il est frappé de gangrène. En l'exa-

minant au microscope, on ne trouve que du tissu conjonctif et des gaines renfermant un contenu granuleux dont elles se vident par la plus légère pression. Il est évident que cette altération nécrosique du tronc nerveux est un phénomène consécutif à la suppuration profonde, et par suite postérieur à l'évolution des ulcères perforants du pied.

Du côté gauche, pas de fusées purulentes, pas de lésions articulaires ou osseuses. Les nerfs du pied ont leur aspect normal.

En enlevant la moelle épinière, nous n'avons rien trouvé de pathologique dans le canal rachidien. La moelle a été examinée à l'état frais et après durcissement dans l'acide chromique, sur des coupes faites dans les diverses régions. Les examens multipliés nous ont permis de conclure que cet organe avait conservé sa structure normale.

Les troncs nerveux de la cuisse et de la jambe n'ont pas la moindre apparence d'altération; pas de segmentation de la myéline, pas de gouttelettes graisseuses, pas de prolifération nucléaire. Cet examen, poursuivi jusqu'aux nerfs plantaires, nous a partout donné le même résultat.

Les nerfs du membre supérieur, qui avaient été recueillis pour être soumis à un examen comparatif, ont présenté absolument le même aspect que ceux du membre inférieur.

Convaincu par la lecture du mémoire de MM. Duplay et Morat, nous nous attendions à trouver une névrite dégénérative. C'est avec le plus grand étonnement que nous avons constaté l'intégrité de tous les troncs nerveux.

Quant aux nerfs collatéraux du gros orteil, ils nous ont présenté un aspect différent; la plus grande partie des tubes qui les constituent sont privés de substance médullaire et se présentent sous forme de filaments juxtaposés, parsemés de noyaux nombreux qui se colorent fortement par le carmin. En parcourant plusieurs préparations, on trouve un très-petit nombre de tubes renfermant une substance médullaire finement granuleuse. Du reste, le névrilème présente une tuméfaction évidente. Ces nerfs sont plus gris et plus volumineux que les nerfs collatéraux à l'état normal. Ajoutons que nous avons noté les mêmes particularités sur les nerfs collatéraux dans deux autres cas. Il s'agit de deux malades ayant subi l'amputation du gros orteil pour un ulcère perforant. Nous jugeons inutile de transcrire ici ces observations.

Au premier examen nous avions cru voir là une névrite des extrémités nerveuses, mais l'examen comparatif des nerfs collatéraux recueillis sur des sujets qui avaient succombé à d'autres affections nous a démontré que ces nerfs présentent à l'état normal des caractères fort analogues à ceux que nous venons de décrire. Ils se composent en effet en grande partie de tubes sans myéline. La seule différence nous a paru résider dans la partie périphérique, c'est-à-dire dans le névrilème qui est évidemment épaissi chez les sujets atteints d'ulcère perforant du pied.

Ces détails font comprendre combien l'examen borné aux extrémités

des nerfs est insuffisant pour faire apprécier l'état du cordon nerveux; nous ajouterons même qu'un examen pratiqué dans ces conditions peut induire l'observateur en erreur, et lui faire prendre pour une lésion ce qui n'est qu'une particularité de structure normale.

Il n'y a donc en définitive dans le mal perforant qu'une altération périphérique des ramifications nerveuses, et pour mieux préciser un épaississement du névrilème, de même qu'il y a de l'endartérite, de l'hypertrophie du derme et des papilles, etc. En d'autres termes, la sclérose généralisée à tous les tissus englobe les fibres nerveuses terminales, comme les artères, le derme, les os, etc.

Nous croyons donc pouvoir résumer notre manière de voir sur cette question, en divisant les nombreuses ulcérations du pied dont il est question dans le mémoire de MM. Duplay et Morat en deux catégories :

1° Ulcérations symptomatiques des affections les plus diverses de la moelle ou des troncs nerveux ; elles s'accompagnent toujours de symptômes plus graves, tels que : ataxie, crampes, fourmillements, engourdissement, paralysie, et peuvent présenter comme lésion une névrite dégénérative.

2° Ulcère perforant idiopathique; c'est le véritable ulcère perforant tel qu'il est décrit dans Nélaton. D'après l'autopsie dont nous avons donné les détails, il ne paraît pas lié à une névrite dégénérative; on ne trouve qu'une sorte de sclérose périphérique des ramifications nerveuses.

A. L. Donnadieu. — *Recherches pour servir à l'histoire des Tétranyques.* Lyon, 1875, in-4° et pl.

L'histoire des Acariens est peu riche en écrits sérieux, aussi Claparède a-t-il pu dire « qu'à part quelques excellents travaux de Dujardin, Dugès, Nicolet, Robin, Bruzelins, Pagenstecher et les nombreuses recherches entreprises sur les Sarcoptes de la gale, nous ne possédons que des indications imparfaites sur la plupart des familles des Acariens.

Ce fait constaté par Claparède ne saurait étonner, car les bons observateurs sont rares, et s'il est déjà difficile de donner une histoire complète et exacte des animaux visibles à l'œil nu, combien plus ardue est la tâche de celui qui veut décrire un acarien, animal microscopique qui passe souvent par les transformations les plus inattendues avant d'arriver à l'état parfait. Il faut, pour ne pas tomber dans l'erreur, observer l'animal dans toutes les phases de sa vie, ce qui est souvent impossible; mais ce qui exige toujours des recherches longues et patientes.

Comment croire en effet, si on ne l'a pas vu, qu'un animal hexapode possédera un jour huit pattes? Comment penser, avant les travaux de M. Mégnin que les Hypopus ne sont pas des espèces particulières, mais

bien des formes accidentelles que peuvent revêtir certains acariens à un moment donné de leur existence?

Si le regretté Claparède vivait encore, il placerait certainement sur la liste des noms qu'il a cités celui de ce naturaliste; il devrait aussi y ajouter, à notre avis, celui de M. Donnadieu qui vient de publier une excellente monographie sur les Tétranyques. Dans la première partie de son travail, résumant en quelques pages ce que nous savons sur les acariens, M. Donnadieu tend à établir qu'avant Dugès il n'y avait eu que de simples observateurs décrivant les formes extérieures, le plus souvent d'une manière confuse, et annexant à leurs descriptions des dessins auxquels il est matériellement impossible de pouvoir se rapporter aujourd'hui. Ainsi formulée, cette opinion me paraît trop absolue et, pour ne citer qu'un exemple, il n'est pas difficile de reconnaître le Sarcopte de la gale dans les dessins qui nous ont été laissés par Geoffroy et de Geer. Ce dernier, et non pas Dugès, comme le dit M. Donnadieu, eut aussi le mérite d'avancer le premier que les acariens naissaient toujours avec six pattes et que plus tard ils en possédaient huit (1). Dugès, et ici je partage complétement l'opinion de M. Donnadieu, a fait faire un grand pas à la science acarologique en donnant une classification méthodique, mais trop exclusivement artificielle, des acariens.

Après Dugès, Nicolet esquissa, dans sa remarquable monographie sur les Oribates, une classification à laquelle, dit avec juste raison M. Donnadieu, il n'y aurait pas beaucoup à retoucher pour faire une bonne classification naturelle.

Cette retouche M. Donnadieu a tenté de la faire.

Divisant les acariens, comme Nicolet, en acariens aériens et acariens aquatiques, il subdivise les premiers en *homopodes* (acariens qui ont les pieds à peu près semblables) et en hétéropodes (acariens qui ont les pieds différents les uns des autres). Dans les homopodes il établit deux groupes; au premier appartiennent les acariens qui ont la peau dure et chitineuse, au second ceux qui ont la peau molle.

Les hétéropodes sont divisés aussi en deux sections: la première, celle des *ongulifères*, renferme les acariens ayant les pieds armés de crochets, les acariens de la seconde section, celle des cupulifères, ont les pieds terminés par des ventouses.

Les acariens aquatiques ne forment qu'un seul groupe.

Il est bien difficile de dire, vu l'état incomplet de nos connaissances actuelles sur les acariens, si M. Donnadieu a réussi dans son entreprise,

(1) Toutes les Mittes sont ovipares, les femelles pondent des œufs après avoir eu la compagnie du mâle, et elles sont très-fécondes, se multipliant souvent considérablement. Il est très-remarquable que les jeunes Mittes qui éclosent de ces œufs n'ont d'abord que six pattes, ce sont celles de la troisième paire qui leur manquent à leur naissance et qui poussent après qu'elles ont mué ou changé de peau (De Geer, *Mémoires pour servir à l'étude des insectes*, t. VII, p. 85.)

cependant on peut, dès à présent, reconnaître qu'il a apporté des modifications heureuses aux classifications précédentes.

J'approuve moins les tentations de cet auteur quand il veut réformer le vocabulaire acarologique et je ne saurais, par exemple, demander avec lui de substituer au mot trochanter celui de condyle pour désigner le deuxième article des pattes des acariens. Certes je reconnais sans peine que le mot trochanter n'a pas en anatomie le sens que lui donnent les entomologistes, mais est-il plus exact de désigner l'article d'une patte par le mot condyle, employé par les anatomistes pour caractériser la forme que présente l'extrémité de certains os. Dans les sciences, beaucoup de mots prêteraient à la même critique ; quand ils sont compris par tout le monde le mieux est de les respecter si l'on ne veut pas tomber dans la confusion.

Dugès et Nicolet, tels sont bien comme le dit M. Donnadieu, les seuls auteurs qui aient apporté une cetaine méthode dans la classification des acariens. Il serait difficile en effet de placer sur le même rang de Géer, qui proposait de diviser les acariens en sept familles, en prenant pour base de sa classification « les lieux où se trouvent ces animaux et les différentes matières dont ils se nourrissent. »

Latreille cependant mérite d'être cité comme ayant tenté le premier de grouper les acariens d'après leurs affinités naturelles et comme ayant créé plusieurs genres encore adoptés par les entomologistes. Cet illustre naturaliste ne fut pas, il est vrai, toujours heureux dans ses créations. On peut citer comme une de ses erreurs son genre *Caris* qu'il établit pour un acarien hexapode (très-probablement une larve d'Argas), non sexué, par conséquent incomplétement développé. Ce qui étonne c'est de voir Latreille commettre cette erreur après avoir écrit les lignes suivantes dans son *Histoire naturelle des Crustacés et des Insectes* : « La faculté de pouvoir engendrer est chez les animaux vertébrés le signe non équivoque du développement absolu des organes, c'est le *nec plus ultra* de leur existence. Cette même faculté chez les insectes est également, ou mieux encore, l'indicateur fidèle de la dernière perfectibilité d'organisation dont ils sont susceptibles. Avant cette époque l'insecte n'est pas ce qu'il doit être, on ne peut porter sur lui de jugement, de même qu'on ne se prononce pas sur une plante avant qu'on ait vu sa floraison et sa fructification. » (T. I, page 32.)

Si ces paroles de Latreille étaient toujours présentes à l'esprit des naturalistes, je parle ici de ceux qui étudient les acariens, nous ne les verrions pas aussi souvent décrire, comme autant de genres distincts, le même acarien aux différentes phases de sa vie, et contribuer ainsi à augmenter la confusion qui règne aujourd'hui dans l'histoire des acariens.

Un pareil reproche ne saurait être adressée à M. Donnadieu qui a décrit avec un soin minutieux les organes reproducteurs des tétranyques, et le développement de l'œuf depuis son apparition dans l'ovaire jusqu'à l'époque de l'éclosion. Nous ne pouvons malheureusement pas faire con-

naître ici, avec les développements nécessaires, cette partie de sa monographie qui forme sans contredit, avec ses études anatomiques sur les Tétranyques et ses recherches sur leurs métamorphoses, les pages les plus importantes et les plus intéressantes de son travail et nous devons nous contenter de retracer les faits principaux mis en lumière par M. Donnadieu.

Le corps des Tétranyques est tout d'une pièce sans distinction de céphalo-thorax ni d'abdomen ; le sillon, qui avait été pris jusqu'ici comme une démarcation entre le céphalo-thorax et l'abdomen, n'étant que la trace d'une rupture qui s'effectue dans la peau pendant la période des mues et des transformations.

Les pattes sont formées de sept articles, le dernier porte des crochets entourés d'ambulacres en forme de poils cupuliformes.

Le rostre est composé de trois pièces en nombre pair : les mandibules, les mâchoires aciculaires munies d'un éperon liguliforme, les palpes labiaux ; et d'une pièce impaire, la lèvre inférieure.

L'appareil digestif se prolonge dans les organes de la locomotion, où s'établit un courant très-visible de la matière alimentaire, qui devient directement fluide nourricier et donne ainsi lieu à un véritable phlébentérisme.

La position et le nombre des stigmates n'est nullement caractéristique de la famille.

Les Tétranycidés possèdent un appareil nerveux rudimentaire en communication avec les yeux que l'on trouve chez toutes les espèces.

Des glandes spéciales fournissent les matériaux avec lesquels ces acariens confectionnent leur toile ou produisent les érinéums. L'embryologie et l'étude des métamorphoses montrent l'espèce passant par des formes successives qui ont été prises pour des formes spécifiques, décrites jusqu'ici comme des espèces distinctes.

A sa naissance, la larve des Tétranyques, qui a été décrite comme genre particulier, est hexapode ou tétrapode, et présente une parthénogénésie bien évidente car elle produit par œuf une larve hexapode d'où sortira la forme adulte.

De tous les faits observés par M. Donnadieu, ce dernier est peut-être le plus curieux, car il est le premier exemple connu de parthénogénésie chez les acariens ; et sa découverte vient à l'appui des paroles de Latreille en prouvant une fois de plus avec quelle hésitation on doit admettre comme espèce un animal chez lequel on n'a pu découvrir les organes sexuels.

Ce fait de parthénogénésie a été observé par M. Donnadieu sur le *Phytocopte*, un petit animal tétrapode qui vit dans les érinéums, sorte de galles que l'on rencontre sur certains végétaux. Jusqu'à présent son histoire était fort obscure : les uns, comme Dujardin, le décrivait comme un animal arrivé au terme de sa croissance ; d'autres, comme Dugès, soutenaient que c'était une larve. Ces derniers avaient certainement

entrevu la vérité, mais il restait à le montrer, et M. Donnadieu y est parvenu au moyen d'observations nombreuses répétées pendant plusieurs années.

Grâce à ses recherches nous savons aujourd'hui que ce petit animal, qui est la larve d'un Tétranyque, ne possède pas d'organes sexuels, mais peut, malgré cela, pondre des œufs d'où sortiront des larves également tétrapodes. Celles-ci s'enkystent au moment de la chute des feuilles et restent en cet état jusqu'au printemps suivant; à cette époque, les kystes se rompent et il en sort une larve hexapode dont le développement n'offre plus rien de particulier.

Un point restait encore à établir, l'origine des érinéums. Poursuivant ses patientes investigations, M. Donnadieu a pu voir que ces galles étaient produites par la piqûre du phytocopte femelle. Dans cette piqûre l'animal fait pénétrer un suc sécrété par des glandes spéciales, et qui détermine le développement de ces érinéums destinés à servir d'abri aux œufs déposés par la femelle.

Nous ne terminerons pas cet examen rapide du travail de M. Donnadieu, sans louer cet auteur de n'avoir pas craint d'entrer dans de trop grands détails, et de nous faire assister en quelque sorte à ses recherches.

« Il ne suffit pas, écrit-il, de dire tout ce que l'on a vu, il faut encore indiquer la façon dont on a fait les recherches, afin de faciliter la tâche à ceux qui voudraient étudier un semblable sujet et de rendre aux autres observateurs le contrôle sûr et facile. »

Précepte excellent que M. Donnadieu a toujours eu présent à l'esprit en rédigeant son travail.

A. Fumouze.

Trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle épinière, par MM. C. Sappey et Mathias Duval. (*Compte rendu des séances de l'Academie des sciences de Paris.* 17 janvier 1876.)

On sait que, parmi les cordons de la moelle, les uns s'étendent du cerveau aux nerfs moteurs, ils transmettent à ceux-ci l'instinct nerveux parti de l'encéphale; ils président aux mouvements. Les autres se portent des nerfs au cerveau; ils transmettent à cet organe les impressions venues de tous les points de l'économie; ils sont en rapport avec la sensibilité.

Ces cordons, au nombre de trois, forment la substance blanche de la moelle épinière. Les observateurs, jusqu'à présent, n'avaient pas réussi à les suivre à travers le bulbe rachidien et la protubérance annulaire. Nos études nous ont permis de combler cette lacune. Nous les avons poursuivis dans tout leur trajet depuis la partie supérieure de la moelle jusqu à leur immersion dans les couches optiques et les corps striés.

De ces trois cordons, l'un est *antéro-interne;* il a pour limite, en dedans, le sillon médian antérieur de la moelle, et en dehors la corne antérieure. Le second, beaucoup plus volumineux, répond à la partie antérieure de cette corne et remplit en outre tout l'espace qui la sépare de la corne postérieure ; c'est le *cordon antéro-latéral*. Le troisième, ou *cordon postérieur*, s'étend dans le sens transversal de la corne précédente au sillon médian postérieur.

Le cordon antéro-interne s'entre-croise avec celui du côté opposé sur toute la longueur de la moelle; il prend ainsi une part fort importante à la formation de la commissure antérieure. Dans le bulbe rachidien et la protubérance, les deux cordons antéro-internes deviennent indépendants l'un de l'autre. Ils restent cependant parallèles, mais se déplacent, de telle sorte que, antérieurs sur la moelle, ils occupent dans le bulbe sa partie centrale, puis répondent bientôt à sa face postérieure. On les voit ainsi par suite de leur déplacement progressif arriver jusqu'à la paroi inférieure du quatrième ventricule sur laquelle ils forment un léger relief à droite et à gauche du sillon médian qu'elle présente. Devenus postéro-supérieurs, ils poursuivent leur trajet ascendant, traversent la protubérance, puis les pédoncules cérébraux, et se jettent dans les couches optiques.

Les cordons antéro-latéraux s'entre-croisent au niveau du collet du bulbe. L'entre-croisement, bien connu, qu'on observe sur ce point est exclusivement formé par ces cordons. Les cordons antéro-internes et postérieurs n'y prennent aucune part. Il se produit de la manière suivante : Les deux cordons antéro-latéraux s'inclinent l'un vers l'autre, pour se porter en dedans, en avant et en haut; mais leur entre-croisement ne s'opère pas en masse ; il s'effectue par couches successives et alternatives qui s'étagent de bas en haut. Les couches les plus internes se rapprochent du canal central, puis échancrent les cornes antérieures au niveau de leur continuité avec la commissure grise. D'autres couches s'ajoutent aux précédentes, se rapprochent plus encore du plan médian et agrandissent l'échancrure : les plus élevées l'achèvent, en sorte que les deux cornes se trouvent complétement décapitées. Après leur entre-croisement, les deux cordons montent, parallèlement sur les côtés du sillon médian antérieur, celui de droite occupant le côte gauche du sillon, et réciproquement. Au premier aspect, on pourrait croire qu'ils constituent la totalité des pyramides antérieures ; mais un examen plus attentif démontre bien clairement qu'ils en forment seulement la partie superficielle : cette partie superficielle, nous l'appellerons *portion motrice* des pyramides.

En s'entre-croisant et se prolongeant pour constituer la portion motrice des pyramides, les deux cordons antéro-latéraux, écartent les cordons antéro-internes, les rejettent d'abord à droite et à gauche, puis bientôt les recouvrent entièrement. Ces derniers qui, à la partie inférieure du bulbe s'avançaient jusqu'à la périphérie, se trouvent donc si-

tués plus haut, immédiatement en arrière des pyramides antérieures.

La portion motrice des pyramides est remarquable par l'aspect fasciculé qu'elle présente. Du bulbe elle pénètre dans la protubérance, la parcourt dans toute sa longueur, s'étale ensuite largement sur la face inférieure des pédoncules cérébraux, et se porte vers les corps striés, dans l'épaisseur desquels elle pénètre.

Les deux cordons postérieurs de la moelle, parvenus au-dessus de l'entre-croisement des cordons antéro-latéraux, se comportent comme ceux-ci. Mais ils ne commencent à s'entre-croiser que lorsque l'entre-croisement des précédents est tout à fait terminé. On les voit alors s'infléchir en avant et se décomposer en douze ou quinze faisceaux qui décapitent la corne postérieure en traversant son extrémité profonde, et qui contournent ensuite la substance grise située au devant du canal central du bulbe, pour se porter, ceux de droite vers le côté gauche, et ceux de gauche vers le côté droit. Ainsi entre-croisés les deux cordons postérieurs forment d'abord un large raphé triangulaire, à base postérieure; mais bientôt le raphé s'allonge d'arrière en avant, en passant entre les cordons antéro-internes qu'il sépare, et ne tarde pas à prendre la figure d'un rectangle dont l'extrémité antérieure, sur les coupes horizontales, s'applique à la portion motrice des pyramides. Dès que le raphé revêt cette figure, son extrémité antérieure se divise, et les deux branches résultant de sa division s'adossent aux pyramides. A mesure que l'entre-croisement se complète, la partie antérieure du raphé prend plus d'importance; elle s'élargit et s'épaissit; et, lorsque cet entre-croissement est terminé, les deux cordons postérieurs se trouvent appliqués à la portion motrice des pyramides, saillies dont ils forment alors la couche profonde : cette couche profonde, d'un aspect très-différent de celui que nous offre la couche superficielle, constitue leur *portion sensitive*.

Les cordons postérieurs conservent par conséquent dans le bulbe la situation qu'ils occupaient sur la moelle à l'égard des cordons latéraux. Ils sont d'abord immédiatement appliqués à ceux-ci; mais, au niveau de la base du bulbe, ils tendent à en devenir indépendants; en parcourant la protubérance et les pédoncules cérébraux, ils s'en écartent de plus en plus, et en même temps ils se modifient si notablement dans leur forme qu'ils deviendraient bientôt méconnaissables si on ne les suivait pas à pas dans toute l'étendue de leur trajet.

Au niveau de la base du bulbe, la portion motrice des pyramides est déjà entourée de noyaux aplatis, de substance grise. L'un de ces noyaux répond à la partie profonde du sillon antérieur du bulbe; il affecte la figure d'un triangle dont le sommet s'enfonce à la manière d'un coin entre la portion motrice et la portion sensitive des pyramides. A mesure que ces deux portions s'avancent dans la protubérance, le coin qui tend à les séparer s'avance aussi graduellement entre l'une et l'autre. Vers le tiers inférieur de la protubérance, il les sépare complétement. Cette substance grise intermédiaire s'épaississant de plus en plus, les deux

portions s'éloignent ; et en s'écartant elles changent d'aspect ; la portion sensitive surtout se modifie très-considérablement : elle s'aplatit, s'allonge dans le sens transversal, puis s'amoindrit en dedans, s'épaissit en dehors et finit par devenir externe. Sur les pédoncules cérébraux, elle répond à la partie externe de ceux-ci ; on peut la suivre jusqu'aux couches optiques dans lesquelles elle pénètre avec les cordons antéro-internes.

Sur l'aptitude qu'ont les huîtres à reproduire dès la première année, par M. Z. GERBE. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.* Séance du 14 février 1876.)

Une question physiologique des plus importantes au point de vue de l'exploitation des bancs naturels et artificiels, celle de savoir à quel âge les huîtres commencent à se reproduire, m'avait bien souvent préoccupé, lorsque, en 1870, M. le ministre de la marine, sur la demande que lui en fit M. Coste, voulut bien me faciliter les moyens de la résoudre.

On savait, et je l'avais fréquemment constaté moi-même, que de très-petites huîtres sont parfois gorgées de *naissain*, c'est-à-dire d'embryons ; mais ce fait pouvait être exceptionnel et, du reste, s'il permettait de conjecturer que l'espèce est susceptible de se reproduire de bonne heure, il n'autorisait pas à fixer l'âge des individus qui se présentaient, la taille ne pouvant fournir sur ce point que des données incertaines. En effet, la croissance du mollusque étant en raison du milieu qu'il habite, il en résulte que des huîtres de la même ponte, examinées à la même heure, six mois, un an, deux ans après, présenteront, sous le rapport des dimensions, des différences considérables selon qu'elles se seront trouvées placées dans des conditions d'existence plus ou moins avantageuses. Par conséquent, l'on se tromperait bien souvent si l'on voulait déterminer l'âge de l'huître d'après sa taille.

Depuis que l'industrie, mettant à profit les données de la science, a créé sur divers points de nos côtes des parcs reproducteurs, toute incertitude cesse et l'erreur n'est plus possible. Grâce aux collecteurs que l'on place et que l'on retire à volonté à des époques déterminées, que l'on peut visiter à chaque instant, appareils sur lesquels vient successivement se fixer le produit de toutes les pontes de la saison, si on les immerge de bonne heure, ou simplement celui des dernières pontes si on les place tard, grâce à ces appareils, dis-je, non-seulement on assiste de semaine en semaine, de mois en mois, à la croissance du mollusque, mais on connaît exactement son âge à quelques jours près. C'est sur des huîtres ainsi récoltées provenant des parcs créés par les soins de la marine dans le bassin d'Arcachon et dans la baie de la Forêt, près de Concarneau, huîtres, par conséquent, dont la date de naissance était

parfaitement connue, qu'ont porté mes observations. Elles établissent, avec certitude, à quel moment de son existence l'espèce commence à se multiplier. En voici le résumé.

Sur quatre cent trente-cinq huîtres d'un an, prises dans les parcs d'Arcachon (1), et sacrifiées par lots de quarante à cinquante tous les cinq jours, à partir du 15 juin jusqu'au 31 juillet 1870, il s'en est trouvé :

Trente-cinq de laiteuses, c'est-à-dire ayant les œufs ou les jeunes en incubation dans le manteau, et à divers degrés de développement ;

Cent vingt-sept, dont les ovaires, gorgés d'œufs à maturité, annonçaient une ponte imminente ;

Cent-quatre-vingt-neuf, chez lesquelles l'élément fécondant, c'est-à-dire les corpuscules spermatiques, étaient en pleine voie de formation, mais à des degrés divers ;

Six, dont les organes reproducteurs étaient comme lardacés, les œufs et les spermatozoïdes s'y trouvant à l'état de décomposition ;

Soixante-dix-huit, dont la plupart, à en juger par les caractères que présentaient les organes génitaux, avaient probablement émis leur naissain.

Pour ces dernières, j'aurais pu avoir des doutes sur la valeur des caractères qui me les faisaient considérer comme ayant déjà pondu, si ces caractères n'avaient pas été absolument identiques à ceux que présentaient les huîtres laiteuses. Chez les unes comme chez les autres, il y avait affaissement complet des organes reproducteurs, et généralement absence d'œufs et de corpuscules spermatiques ; mais, en supposant qu'il y ait du doute pour les huîtres du dernier groupe, il ne saurait y en avoir ni pour celles dont les œufs étaient en incubation, ni pour celles qui étaient à la veille de pondre, et chez lesquelles la moindre piqûre pratiquée sur l'ovaire suffisait pour faire couler des flots d'ovules.

Quant aux huîtres qui ne présentaient que des masses spermatiques à divers degrés de maturation, il n'est pas moins certain qu'à la période de formation de l'élément fécondant aurait bientôt succédé chez elles la période de formation des œufs : curieux phénomène qui pourrait faire croire à tel observateur qui n'en verrait que la première phase que le nombre des mâles est ici bien supérieur à celui des femelles ; et à celui qui n'en connaîtrait que la deuxième phase, que ce sont au contraire celles-ci qui sont le plus nombreuses.

Je me bornerai à ajouter que cent huîtres également âgées d'un an, prises sur les collecteurs du parc de la Forêt, m'ont fourni des résultats identiques. La seule différence que je signalerai, différence dont la température des milieux est certainement la cause principale, c'est que, chez les huîtres bretonnes, les pontes ont commencé de quinze à vingt jours plus tard que chez les huîtres venues d'Arcachon.

(1) Ces huîtres ont été examinées au laboratoire de Concarneau, où je m'étais fixé pour d'autres études, et où M. A. de Rochebrune, commandant l'aviso à vapeur *le Sylphe*, en station dans le bassin d'Arcachon, me les faisait parvenir.

La conclusion à tirer des faits que je viens d'exposer est que la plupart des huîtres, pour ne pas dire toutes, se propagent dès la première année, bien avant, par conséquent, qu'elles n'aient atteint la taille qui les rend marchandes. Parmi ces mères précoces, il en est dont la coquille, dans son diamètre transversal, mesure à peine 25 millimètres; j'en conserve plusieurs de ce module.

Il en résulte aussi que la conservation, la prospérité d'un parc reproducteur d'une huîtrière naturelle ne dépendent pas absolument de la présence de grosses huîtres, puisque les jeunes d'un an, se reproduisant comme elles, pourraient, au besoin, suffire à leur repeuplement.

A la vérité, des sujets de cet âge ne sauraient avoir d'abondants produits, car la quantité d'œufs que pond une huître est généralement en rapport avec sa taille. Des individus arrivés à la fin de leur première année, et dont les dimensions étaient de 35 millimètres en moyenne, m'ont fourni à peine 1 centimètre cube d'œufs, pendant que des individus de trois à quatre ans m'en donnaient de 4 à 5 centimètres cubes et au delà; mais, quoique moins abondant, le naissain que produisent les jeunes huîtres suffirait, je le répète, pour assurer l'ensemencement d'un parc reproducteur.

D'ailleurs, je ne serais pas éloigné de penser que beaucoup d'huîtres, principalement les jeunes, se propagent une deuxième fois dans la saison, lorsque les conditions sont favorables. J'en ai fréquemment rencontré chez lesquelles une nouvelle production de corpuscules spermatiques avait lieu pendant que le naissain d'une première ponte était encore en incubation; et parmi celles que l'état des organes génitaux signale comme s'en étant déjà débarrassées, j'ai également constaté un travail de cette nature, travail qui précède toujours, comme je viens de le dire, une prochaine formation d'œufs. Mais ces faits ne sont pas encore la démonstration de la double ponte annuelle des huîtres; ils n'établissent qu'une présomption en faveur de l'opinion que j'émets et demandent de nouvelles études pour l'affirmer.

Mes observations établissent aussi, avec quelque certitude, que les pontes n'ont pas lieu tous les jours, mais à des temps assez éloignés les uns des autres, et qui correspondent peut-être à des phases lunaires. Toujours est-il que, quel que soit le nombre d'huîtres laiteuses que l'on ouvre, même à l'époque la plus active de la reproduction, on n'a jamais à la fois, sous les yeux, toutes les phases embryonnaires par lesquelles passe l'espèce, depuis la segmentation jusqu'au développement complet. Entre les diverses formes que l'on obtient, on constate toujours des lacunes parfois considérables, et ces lacunes sont la preuve incontestable de la périodicité des pontes.

Quelques mots à propos de récents travaux sur l'*histoire naturelle des Acariens*, publiés en France et en Allemagne, par M. Mégnin.

Le premier fascicule, pour l'année 1876, des *Archives d'Histoire naturelle* (1), publié par le professeur Troschel (de Bonn), avec le concours du prof. Leuckart (de Leipzig), a paru dans les premiers jours de ce mois (mai). Il renferme :

1° Des observations helminthologiques du docteur von Linstow (de Ratzeburg), qui décrit 23 espèces, dont 16 nouvelles, appartenant aux genres *Tænia*, *Tetracotyle*, *Echinorynchus*, *Ascaris*, *Strongylus*, *Filaria*, *Acantophorus*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus*, *Trilobus*, *Monhystera*, *Chromadora*, *Rhabditis*, *Diplolaimus*;

2° Un mémoire sur le *Triton helveticus*, par Brüggemann, de Iéna ;

3° *Des contributions à l'Histoire naturelle des Acariens*, par le docteur P. Kramer de Schleusingen ;

4° Un mémoire sur l'*Histoire naturelle de quelques genres de la famille des Gamasidés*, par le même ;

5° Enfin une note sur un remarquable cas de parasitisme végétal amené par la piqûre d'un parasite animal. C'est l'histoire du développement d'un *Botrytis* dans les tissus sous-cutanés d'une araignée consécutivement à la piqûre d'une larve de Trombidion et pendant le parasitisme de cet acarien.

Nous voulons nous arrêter quelques instants sur les travaux du docteur Kramer, car ils semblent nous donner la preuve que les savants allemands, ou bien ne prennent plus connaissance des travaux d'Histoire naturelle publiés en France depuis 1870, ou bien, s'ils les lisent affectent, de parti pris, de n'en tenir aucun compte ; c'est cette dernière hypothèse qui nous semble la plus vraie, car nous ne pouvons croire que le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, et surtout les *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences* de l'Institut de France ne pénètrent plus de l'autre côté du Rhin : l'attrait qu'a toujours sur les bords de la Sprée, le titre de membre correspondant du premier corps savant de France, nous en est une preuve.

Le premier travail du docteur Kramer, intitulé : *Contributions à l'Histoire naturelle des Acariens*, est divisé en cinq parties, ou paragraphes, ayant chacune un objet différent. Dans la première il en est encore à se poser la question suivante : Quelle est la paire de pattes qui manque aux larves ? question pour la solution de laquelle il n'a trouvé aucun renseignement dans les travaux modernes de zoologie. Pagenstecker avait déjà bien dit que, chez l'Ixode ricin, c'est la quatrième paire qui manque. A cette pre-

(1) *Archiv für Naturgeschichte ;* herausgegeben von Dr F. H. Troschel. Berlin, 1876.

mière indication, l'auteur en ajoute d'autres puisées dans ses propres observations: Un acarien, qu'il croit nouveau et adulte et qui n'est autre qu'une larve de Damœus, genre d'Oribatide déjà décrit par Nicolet, très-reconnaissable à la figure qu'il en donne, cet acarien a une quatrième paire de pattes rudimentaire et sétifère, d'où il conclut que cette paire de pattes a paru la dernière. Sur de jeunes *Nesæ*, espèce d'Hydrachnides, il juge au contraire que ce sont les pattes antérieures, qui lui paraissent incomplètes, qui se développent les dernières, mais il ne peut dire si la première paraît avant la seconde, ou réciproquement.

La manière dont il pose la question prouve que les véritables métamorphoses des acariens sont inconnues à l'auteur. Il croit évidemment que toutes les larves acariennes sont à six pattes, tandis qu'il y en a de tétrapodes et d'autres qui naissent octopodes; et puis il lui semble que la mutation entre l'état de larve hexapode et celui de nymphe octopode consiste simplement dans la poussée d'une paire de pattes supplémentaire. Or le phénomène est beaucoup plus complexe : Claparède (1) avait déjà démontré que, chez les *Atax*, entre l'état de larve hexopade et celui de nymphe octopode il y a un état oviforme sans pattes dans lequel se développe l'individu octopode sans qu'il y ait de relations directes avec l'état précédent, sans que les anciennes pattes concourent à la formation des nouvelles ; ce n'est par conséquent pas plus une paire de pattes qu'une autre qui vient compléter celles qui existaient avant. Nous avons démontré d'un aure côté, dans une note insérée dans les *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences*, à la date du 8 juin 1874, que le phénomène observé par Claparède chez les Atax, est identiquement le même chez tous les autres acariens et il s'observe surtout facilement chez les Sarcoptidés et les Gamasidés ; seulement il se passe sous l'enveloppe de la larve hexapode qui se conserve chez les acariens terrestres, tandis qu'elle se détruit rapidement chez les acariens aquatiques, c'est ce qui fait que l'état oviforme se voit si manifestement chez ces derniers entre chaque âge, ou changement de forme, improprement appelé mue, puisque ce n'est pas un simple changement de peau, mais une rénovation complète de tout l'individu qui a lieu.

Dans le deuxième paragraphe de ce premier travail, le docteur Kramer voit un exemple de vraie segmentation du corps chez les acariens, segmentation comparable à ce qu'il y a de plus parfait chez les insectes hexapodes, chez cette même larve d'Oribatide, prétendu acarien parfait, dont il est question dans le précédent article. Il pourrait en voir d'autres exemples bien plus complets chez les larves tétrapodes et gallicoles de certains Tétranyques ; mais cet état ne persiste pas chez les individus parfaits et n'a pas la signification que l'auteur lui attribue.

Le troisième paragraphe a pour objet la description d'un acarien que

(1) Ed. Claparède, *Studien an Acariden Zeitschrift für wiss. Zoologie*. Leipzig, 1868.

le docteur Kramer donne pour nouveau et qu'il baptise du nom de *Phylostoma*. Il l'a trouvé en abondance dans le fond d'un baril défoncé qui avait contenu des choux blancs, en compagnie d'une grande quantité de Gamases, de Tyroglyphes, de Vers de mouche et de Staphylins. Il donne la figure de cet acarien qu'il reconnaît être voisin des Tyroglyphes et constate qu'il vit en amphibie dans l'humidité fournie par la décomposition des substances végétales; ses mouvements sont très-lents, sa couleur blanche, opaque, sa tête en groin contient des mandibules transformés en peignes ou en scies à longues dents. Cet acarien n'est rien moins que nouveau; nous l'avons décrit compendieusement et figuré dans le *Journal de l'anatomie et de la physiologie*, n° de juillet-août de l'année 1873, sous le nom de *Tyroglyphus rostro-serratus*, et la même année nous constations ces curieuses transformations hypopiales que le docteur Kramer ignore encore, comme nous le verrons plus loin.

Le paragraphe 4 est consacré à une comparaison des organes de la bouche chez les Chéilètes, les Tyroglyphes, les prétendus Phylostomes et quelques autres acariens. Dans cette comparaison, accompagnée de figures assez exactes, il n'y a rien là qui n'ait déjà été décrit dans le présent journal, soit dans les travaux de MM. Fumouze et Robin, soit dans nos propres travaux parus plus récemment, dont cet auteur semble ignorer l'existence.

Le paragraphes 5 a pour titre: *Un mot sur les Hypopus comme forme mâle des Tyroglyphes*. L'auteur, après avoir rappelé que Claparède a regardé les Hypopes comme la forme mâle de certaine espèce de Tyroglyphes, décrite dans le même temps, par MM. Fumouze et Robin, sous le nom de *Tyroglyphus echinopus*, dans toutes ses phases et sous ses formes mâle et femelle, peu différentes l'une de l'autre, le mâle ne ressemblant en rien aux Hypopes, l'auteur, disons-nous, fait ressortir la contradiction qu'il y a entre le fait rapporté par MM. Fumouze et Robin et l'opinion émise par Claparède. Lui-même a rencontré des Hypopus, soit en parasite sur des Gamases, soit en compagnie de Tyroglyphes, mais jamais réellement accouplés avec des femelles de ce dernier genre. Le fait rapporté par Claparède d'une figure d'Hypope contenue dans le corps d'une larve octopode de Tyroglyphe, ou nymphe, est pour lui un phénomène inexplicable. Si le docteur Kramer avait lu notre *Mémoire sur les Hypopes*, donnant la détermination de leur rôle physiologique et de leur place zoologique, publié en 1874 dans le présent journal, n° de mai-juin, ou seulement les deux notes sur le même sujet que nous avons adressées à l'Académie des sciences et qui sont insérées dans les *Comptes rendus hebdomadaires* de cette savante compagnie, aux dates des 14 juillet et 18 août 1873, il aurait la clef du phénomène qui l'intrigue si fort, dont Caparède a été témoin, bien qu'il en ait donné une très-fausse explication; il serait enfin sorti de l'incertitude où il est encore deux ans après la publication de l'explication vraie du dit phénomène.

Le deuxième mémoire du docteur Kramer est intitulé : *Histoire natu-*

relle de quelques genres de la famille des Gamasidés. Comme on le voit par ce titre ce n'est pas un travail complet sur la famille de ce nom que l'auteur donne, et nos lecteurs se rappelleront facilement que nous avons traité le même sujet, mais plus complétement, dans le numéro d'avril-mai de cette année du présent journal.— La substance de notre mémoire avait déjà paru sous forme de note dans les *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences* du 31 mai 1875, c'est-à-dire il y a un an. — Les genres dont s'occupe l'auteur sont : le genre *Notaspis*, nom qu'il emprunte à Hermann pour désigner les *Uropodes* de De Geer, nom bien antérieur pourtant à celui d'Hermann ; aussi Nicolet a-t-il repris ce nom de Notaspis pour l'appliquer à des Oribatides auxquelles Koch l'avait donné en même temps qu'à certains Uropodes non parasites ; puis vient le genre *Trachinotus* qu'il crée pour des acariens intermédiaires aux Uropodes et aux Gamases (c'est notre premier sous-genre de Gamases), et enfin le genre *Gamasus*. Après avoir fait l'anatomie assez exactement de ces acariens et après avoir décrit les téguments, le rostre et ses organes, le système respiratoire, les organes sexuels, comme nous l'avons fait nous-même, mais avec plus de détails et avant lui, il arrive à parler d'un système circulatoire composé d'un cœur, à pulsations très-évidentes, situé dans le tiers postérieur du corps. C'est la première fois qu'il est question, chez les acariens, d'un organe semblable, réminiscence de ce qui se voit chez les insectes et chez les grandes Arachnides; nous sommes convaincu que l'auteur n'a vu que ce que nous avons vu maintes fois nous même, c'est-à-dire les contractions péristaltiques du double intestin terminal qu'il a pris pour un cœur, et nous nous expliquons son erreur : Chez les Gamases comme chez tous les acariens, ainsi que nous le disons dans notre mémoire, « les fonctions digestives et circulatoires » sont tellement connexes qu'elles n'ont pour ainsi dire qu'un même » appareil pour les deux, les diverticulums de l'estomac ont pour mis- » sion de porter le liquide nourricier dans les diverses parties du corps, » en sorte que l'appareil digestif des Gamasidés mérite aussi bien que » celui des Planaires le nom d'appareil gastro-circulatoire qu'a donné » M. de Quatrefages à l'estomac diverticulé des Vers de ce nom. »

Un autre organe des Gamases qui excite aussi l'étonnement du docteur Kramer est l'appendice articulé pilifère qui se trouve entre le rostre et le sternum chez tous les Gamases; n'en comprenant ni l'usage ni la signification, il finit par le regarder comme un palpe abdominal (Bauchtaster); nous avons démontré que ce n'est pas autre chose que le menton, uni chez les Uropodes avec les hanches de la première paire de pattes où il constitue avec elles une véritable lèvre inférieure munie de sa paire de palpes labiaux; cet appendice se retrouve chez les Listrophores où, divisé en deux moitiés élargies, il devient un véritable organe de préhension, ce qui vient à l'appui de cette opinion que chez les articulés, la lèvre inférieure est une deuxième paire de mâchoires soudées.

Dans la classification que l'auteur fait des espèces des trois genres de

Gamases qu'il décrit, nous remarquons qu'un grand nombre de nymphes deviennent des types d'espèces, erreur que tous les auteurs précédents ont aussi commise. En effet les bases de cette classification sont tirées, soit de la présence ou de l'absence d'ambulacres aux tarses de la première paire de pattes, soit de la division du plastron dorsal en deux parties et de la forme et de la dimension de ces deux segments, soit du nombre et de la forme des pointes qui constituent le feston dont est découpé le bord supérieur du camérostome. Or nous avons démontré que le premier caractère est particulier à quelques femelles ou à des nymphes; que le second appartient exclusivement aux nymphes et disparaît chez les adultes, et que le troisième varie de forme dans les nymphes et même dans chaque sexe. Nous savons bien qu'il arrive souvent que sous l'enveloppe de nymphe on aperçoit par transparence les organes sexuels de l'individu qui va perdre sa dernière enveloppe, quelquefois presque diaphane, mais avec un peu d'attention on voit que ces organes ne sont pas tout à fait superficiels, qu'ils sont comme recouverts d'un voile; c'est évidemment ce fait qui a induit en erreur le docteur Kramer et qui lui a fait prendre pour des individus adultes des acariens à plastron dorsal divisé et qui avaient encore une mue à subir. Les bases de la classification des Gamases, dans le travail que nous venons d'analyser, sont donc complétement fausses et les 26 espèces qu'il crée et qu'il décrit, tout à fait inacceptables. En somme, les études du docteur Kramer sur les acariens sont loin d'être un progrès, comparées aux derniers travaux français sur le même sujet.

Des effets du mercure à petites doses sur le nombre des globules rouges du sang dans la syphilis. (*The effect of small doses of mercury in modifying the number of the red blood corpuscles in syphilis.* By E. L. Keyes, professor of dermatology in the Bellevue Hospital Medical College. Janvier, 1876, in-8°.

ANALYSE DU DOCTEUR STIMSON.

Dans *the American Journal of medical sciences*, janvier, 1876, M. E. L. Keyes (de New-York) a publié les résultats d'une application de l'hématimètre à l'étude des effets du mercure sur la quantité des hématies. Ces résultats sont très-remarquables, et bien qu'ils s'éloignent des idées préconçues et même des résultats d'autres expérimentateurs, ils sont dignes d'attirer l'attention de la profession, surtout des syphilographes.

L'auteur a basé ses conclusions sur cent et un examens à des périodes différentes du sang de vingt-sept individus, dont vingt et un étaient syphilitiques. Il les formule de la manière suivante :

1° Cinq millions est le terme moyen des hématies dans un millimètre

cube du sang de l'adulte mâle en bonne santé; ce chiffre peut atteindre et même dépasser six millions lorsque la santé est exceptionnellement bonne ;

2° Le mercure, donné en excès, diminue la quantité des hématies ;

3°. La syphilis diminue la quantité des hématies.

4° Le mercure, donné à petites doses pendant une période plus ou moins longue, augmente le nombre des hématies d'un syphilitique, et le maintient à un chiffre élevé ;

5° Le mercure, donné à petites doses, agit comme tonique sur les animaux sains ;

6° Le mercure, donné à petites doses, agit comme tonique sur les individus non syphilitiques.

L'auteur dit en passant que les malades atteints de syphilis qui ont été traités, dès le commencement de la maladie, avec de petites doses de mercure données journellement pendant dix-huit mois ou deux ans, n'ont, en général, qu'une seule éruption, laquelle est plus ou moins généralisée et ne dure que peu de temps. Il croit, en outre, que cette méthode de traitement garantit les syphilitiques, sauf quelques exceptions, bien entendu, de toutes les lésions sérieuses tardives de la maladie.

Comme nous avons dit, que ces résultats diffèrent beaucoup de ceux obtenus par Wilbouchewitch et publiés dans les *Archives de physiologie*, et, suivant M. Keyes, pour les raisons suivantes : d'abord, les doses de mercure données par W. n'étaient pas petites; au contraire, elles étaient grandes, allant jusqu'à 15 centigrammes de sublimé par jour; ensuite, les malades étaient dans l'hôpital du Midi, et subissaient toutes les influences morales et physiques de cet asile ; et, enfin, ils perdirent, en moyenne, trois livres anglaises de leur poids pendant le séjour de quinze à vingt jours dans l'hôpital.

L'hématimètre, dont M. Keyes se servit, est celui imaginé par MM. Hayem et Nachet.

M. Keyes recommande, comme liquide, pour diluer la goutte de sang (le grand désidératum de tous ceux qui veulent se servir journellement de l'instrument), une solution saturée de biborate de soude dans de l'urine, que l'on réduit après avec de l'eau au poids spécifique de 1070, ou de l'urine contenant 1 pour 100 de sublimé, et réduite à la même densité après que les urates se sont déposés.

Dans l'un ou l'autre de ces liquides, surtout le dernier, on peut puiser journellement, pendant des mois, sans que les bactéries ou autres champignons y paraissent.

Le propriétaire-gérant

GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

Fig. 2.

Fig. 1.

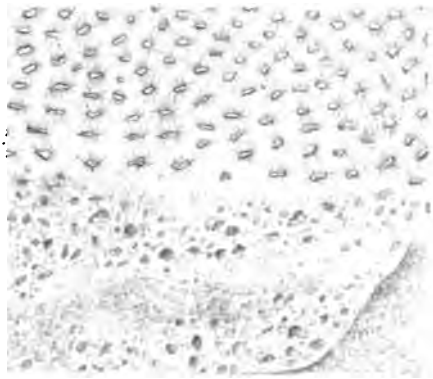
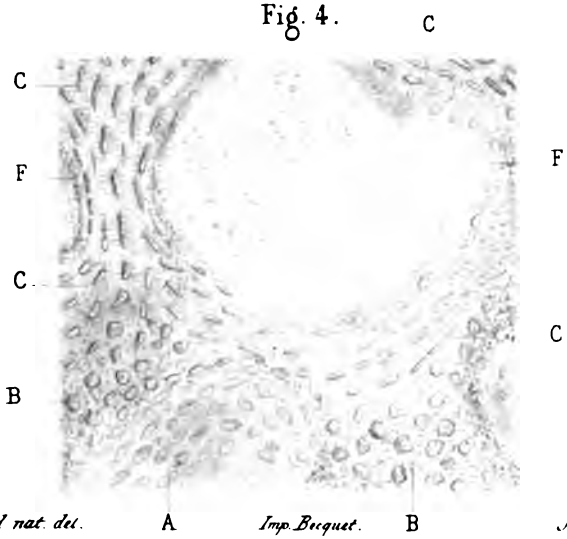


Fig. 3.

Fig. 4.



G. Paquy ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Jacquemin lith.*

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 5.

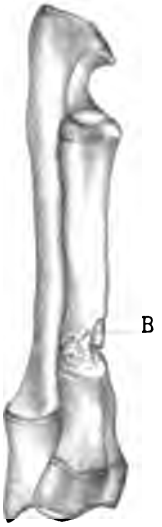


Fig. 6.

Fig. 7.

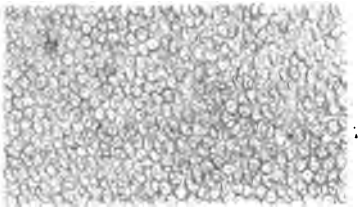
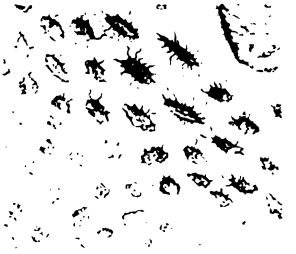


Fig. 8.

Fig. 9.



G. Paquy ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Jacquemin lith.*

Germer Baillière, Libraire à Paris

Fig. 1.

Fig. 2.

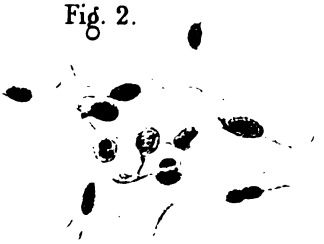


Fig. 3.

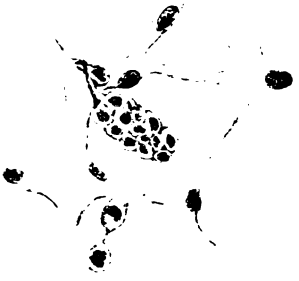


Fig. 4.

Fig. 5.

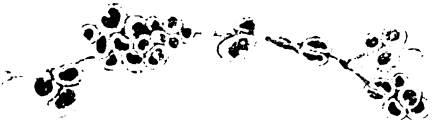


Fig. 6.

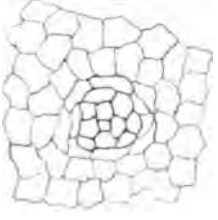


Fig. 7.

Tourneux et Herrmann ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Jacquemin lith.*

Recherches sur quelques épithéliums plats (Mammifères.)

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

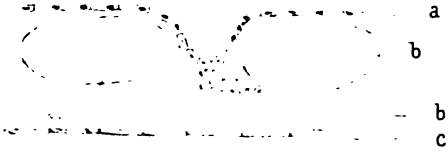
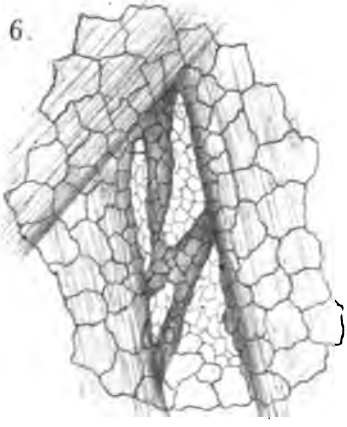


Fig. 6.



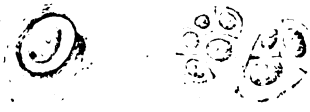
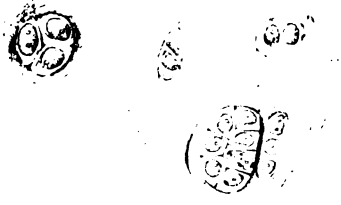


Fig. 7.



Tourneux et Herrmann ad nat. del. *Imp. Becquet.* *Jacquemin lith.*

Recherches sur quelques épithéliums plats (Mammifères.)

Germer Baillière, Libraire à Paris.

NOTE

SUR

LA DURÉE DE LA SENSATION TACTILE

Par M. Léon LALANNE
Inspecteur général des ponts et chaussées

(Présentée à l'Académie des sciences dans la séance du 5 juin 1876.)

Les inégalités que présente la sensibilité des différentes parties du corps, sous l'influence d'un contact extérieur, sont connues de tout le monde. Il ne semble pas, cependant, que l'on en ait jamais donné la mesure exacte. L'opuscule publié depuis plus de quarante ans déjà, par M. E.-H. Weber (*De subtilitate tactus*, Leipzig, 1834), est riche, assurément, en observations curieuses; mais, parmi les expériences qu'on y trouve, il en est un certain nombre qui, maintes fois répétées et devenues classiques, sont de nature à faire ressortir la difficulté qu'on éprouve à trouver une mesure de ce genre, à rapporter à une même unité les variations de la sensation tactile. On voit bien, par exemple, que la distance entre les deux pointes d'un compas ouvert dans le sens vertical qu'on promène sur la moitié du corps paraît aller en augmentant depuis la partie antérieure de l'abdomen jusqu'à la région lombaire; et de là en diminuant jusqu'à l'épine dorsale où l'écartement semble tout à fait nul, quoiqu'il n'ait réellement pas varié depuis le point de départ. Cette différence dans l'appréciation d'un intervalle constant est d'ailleurs assez mal définie; elle est variable, non pas seulement suivant les individus, mais encore pour un même observateur. L'inégalité des impressions que produit un même poids appliqué en différentes parties du corps est encore moins susceptible d'évaluation exacte.

Assurément, le sens du tact ne pourra jamais donner naissance à aucune branche de physique analogue à celles qui se rattachent

aux sens de la vue et de l'ouïe (optique et acoustique); il ne paraît pas impossible, néanmoins, de rapporter à des mesures précises certains phénomènes qui dépendent du sens du toucher, de manière à les rendre comparables entre eux, à permettre de prendre un terme de comparaison servant d'unité, et à établir même une sorte de liaison entre les sensations produites par la lumière, par le toucher et par le son.

C'est à un phénomène d'optique bien vulgaire et probablement connu de toute antiquité que nous avons emprunté l'idée des expériences dont nous venons aujourd'hui rendre compte à l'Académie. Il s'agit de ce jeu d'enfant qui consiste à produire un ruban continu de lumière par le mouvement rapide d'un charbon enflammé. Si le charbon est placé à l'extrémité d'une fronde ou sur la jante d'une roue auxquelles on imprime un mouvement de rotation rapide, il arrive un moment où la vitesse devient assez grande pour que le trajet circulaire décrit par le corps enflammé apparaisse sans aucune solution de continuité.

Le cercle lumineux est complétement fermé lorsque le mouvement de rotation atteint dix tours par seconde. Comment l'œil le plus attentif ne découvre-t-il aucune lacune, aucune interruption dans cette circonférence de lumière? Comment se fait-il que le charbon paraisse occuper simultanément tous les points de la courbe, tandis qu'en réalité il les atteint dans sa marche l'un après l'autre, et qu'un dixième de seconde s'écoule entre le moment où il quitte l'un de ces points et le moment où il y revient? La seule explication possible du phénomène consiste dans la persistance de la sensation lumineuse; et pour nous servir des expressions mêmes du savant illustre qui avait à en rendre compte à propos des expériences de M. Wheatstone sur la durée des éclairs, « l'œil humain, du moins, est constitué de manière qu'une sensation lumineuse ne s'évanouit qu'un dixième de seconde après la disparition complète de la cause qui l'a produite ». (Arago, *Notice scientifique sur le tonnerre* dans l'*Annuaire du bureau des longitudes* pour 1838.)

Au moment où M. Wheatstone venait de fixer ainsi une limite supérieure d'une incroyable brièveté à la durée des éclairs, par

l'ingénieuse invention des miroirs tournants, et où l'attention des observateurs était éveillée sur le parti qu'on peut tirer d'un fait aussi simple, d'une expérience aussi vulgaire que celle du cercle lumineux continu décrit par le charbon incandescent, il était naturel de se demander s'il ne serait pas possible de déterminer, par quelque procédé du même genre, la durée de la sensation tactile. Une solution paraissait se dégager tout naturellement de la position même de la question. En imprimant à un corps flexible, dont le contact ne soit pas de nature à blesser l'épiderme, un mouvement de rotation rapide autour du bras ou de la jambe, tenus immobiles, si le retour du corps frottant à chacun des points de contact s'opère dans un intervalle de temps suffisamment court, et tout au plus égal à la durée de l'impression produite, on pouvait penser que, par analogie avec ce qui se passe pour l'œil dans l'expérience du cercle lumineux complétement fermé, on éprouverait, sur toute l'étendue du trajet soumis au frottement, une sensation continue, analogue à celle que produirait la pression d'un bracelet ou d'un anneau. Telle était l'induction par laquelle l'auteur de cette note espérait procéder à une détermination qu'il jugeait alors susceptible d'autant de précision que la durée de la sensation lumineuse. MM. Ch. Martins et Aug. Le Pileur voulurent bien accepter la tâche d'entreprendre de concert avec lui les expériences qui devaient résoudre la question.

Mais par un de ces mécomptes si fréquents dans les recherches expérimentales et dont l'histoire des sciences offre de si nombreux exemples, nous ne trouvâmes pas ce que nous cherchions. En imprimant à notre appareil une vitesse de rotation qui s'élevait jusqu'à 12 ou 15 tours par seconde, nous ne pûmes obtenir une sensation continue sur l'étendue entière du trajet parcouru. Nous n'éprouvions rien de semblable à l'impression que nous attendions, à celle qu'aurait pu produire un bracelet, un anneau embrassant le bras entier.

Il est vrai que, par compensation, nous trouvâmes ce à quoi nous ne nous attendions pas. Pour une certaine vitesse de rotation, la continuité de la sensation qui n'existait pas sur l'étendue

entière de la périphérie cutanée s'accusait de la manière la plus nette sur un point de cette périphérie. Nous n'avions presque rien à modifier dans notre mode d'opération pour déterminer les conditions de la continuité, non plus sur l'étendue entière d'un trajet fermé, mais bien sur un seul point de l'épiderme, et nous procédâmes sans retard à cette détermination pour différentes parties de la main, de l'avant-bras et du bras.

Les circonstances principales de nos 33 expériences sont consignées dans un tableau joint à la présente note. Voici quels en sont les résultats :

1° La continuité ne s'est jamais manifestée pour moins de 10 tours par seconde (Nos 22 et 29). La durée de la sensation tactile observée n'a donc pas surpassé $\frac{1}{10}$ de seconde et dans un certain nombre d'expériences elle a été moindre (Nos 15, 23, 30, 32, 33).

2° La moindre durée observée a été de $\frac{1}{24}$ à $\frac{1}{25}$ de seconde (N° 28).

3° Ce minimum de durée varie avec les individus et suivant les parties du corps. Une *équation personnelle* analogue à celle dont les astronomes sont obligés de tenir compte a donné une quantité variable entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{14}$ de seconde pour la persistance de la sensation, suivant les observateurs, le contact ayant lieu sur la face dorsale de la deuxième articulation de l'index (Expériences 29 à 33). Sur la partie externe du bras, entre le deltoïde et l'articulation du coude, la durée était pour un des observateurs d'un peu plus de $\frac{1}{13}$ de seconde, tandis que pour un autre elle descendait presque à $\frac{1}{22}$ (Nos 14 et 16). Il est à remarquer d'ailleurs que les équations personnelles se sont presque toujours manifestées dans le même sens ; la sensibilité tactile conduisait les trois observateurs à apprécier différemment, mais en général dans le même ordre, le nombre de tours nécessaire pour produire la continuité de la sensation. L'inégalité de sensibilité chez un même sujet, inégalité dont la mesure pourrait être désignée sous le nom d'*équation locale*, paraît ressortir aussi du tableau des expériences. Chez un des observateurs, la durée de la sensation a varié de $\frac{1}{14}$ de seconde, sur le bord radial de l'avant-bras (N° 19),

à $\frac{1}{32}$ de seconde sur la partie externe du bras entre le deltoïde et l'articulation du coude (Nos 15 et 16).

Des circonstances dont il est inutile d'entretenir l'Académie ont interrompu le cours de ces recherches, et la dispersion des trois collaborateurs qui les avaient entreprises n'a pas permis de les reprendre. Depuis l'époque déjà ancienne où nos expériences ont été faites, la physiologie s'est enrichie d'un nombre considérable de faits nouveaux ; d'ingénieux appareils donnant à ces faits une expression rigoureuse et géométrique les ont enregistrés avec une exactitude qui dépasse de beaucoup celle que l'on peut attendre d'appréciations individuelles, toujours plus ou moins entachées d'arbitraire. C'est ainsi que l'on a pu mesurer la vitesse avec laquelle une impression extérieure parvient jusqu'au cerveau, la vitesse même avec laquelle s'opère la transmission de la volonté sous l'influence de cette impression. Charles XII foudroyé par un coup mortel dans la tranchée devant Friderikshald tombe en portant la main sur la garde de son épée, donnant ainsi un exemple devenu classique de la rapidité avec laquelle la pensée de résistance à un danger peut se traduire par un acte, en devançant la mort même. Cependant la vitesse avec laquelle une perception extérieure se transmet au cerveau est chose complétement différente de la durée de cette perception ; et, si les belles expériences de M. Helmholz, de M. Marey surtout, qui a fourni le moyen d'apprécier des millièmes de seconde, ne laissent rien à désirer en ce qui concerne la vitesse, ces physiologistes éminents n'ont pas dirigé leurs recherches vers la détermination beaucoup moins précise de la durée de la sensation tactile.

C'est le silence même des maîtres de la science que nous invoquerons comme excuse, au moment où nous exposons des résultats obtenus depuis 34 ans et malheureusement encore bien incomplets. Peut-être ce simple exposé, reproduction fidèle des sensations éprouvées, des vitesses constatées et des notes soigneusement prises au moment de chaque observation, déterminera-t-il des recherches nouvelles plus variées et qui exigeront, avant tout, des appareils plus précis, dans lesquels la vitesse de

rotation serait déterminée *à priori*, ce que nous ne pouvions faire facilement avec le tour à métaux dont nous nous servions.

Quoi qu'il en soit, on voit, d'après ce qui précède, que la durée de la sensation tactile est, en général, très-peu différente de la durée de la sensation lumineuse ou du moins d'un même ordre de grandeur. La variation de cette durée, suivant les personnes et les différentes parties du corps soumises à une impression extérieure, suivant aussi l'énergie de la cause agissante, n'a d'ailleurs rien que de conforme à ce que nous savons des inégalités de la durée de la sensation lumineuse, durée variable sans doute, avec l'intensité et la source de la lumière, avec les individus. Le charbon tournant donne $\frac{1}{10}$ de seconde ; les expériences sur l'étude optique des sons ont donné à M. Lissajous un nombre compris entre $\frac{1}{15}$ et $\frac{1}{20}$. Foucault, dans sa mesure de la vitesse de la lumière, a trouvé $\frac{1}{30}$ avec des images dont la durée était très-courte.

Il est naturel de penser que le sens de l'ouïe doit offrir, pour la durée des impressions que cet organe perçoit, des effets analogues à ceux que présente la vue et le toucher ; c'est ce que l'expérience confirme dans une certaine mesure. Cependant les sons différents de hauteur attaquant des fibres nerveuses différentes, on peut ne pas confondre des impressions dues à des notes distinctes, quelque précipitées qu'elles soient. Il est vrai que les compositions modernes, dans les mouvements les plus rapides, n'admettent pas l'exécution successive de plus de 12 à 14 notes par seconde. Il ne s'en suit pas nécessairement que la durée de l'impression auditive ne surpasse pas $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{14}$ de seconde ; mais on a dans ce fait même un motif de croire qu'elle est tout au moins égale à cet intervalle de temps, et que l'oreille ne peut, musicalement parlant, supporter davantage.

Au point de vue purement acoustique, la durée de la sensation serait dix fois moindre encore si l'on admet, avec M. Helmholz, que l'oreille peut distinguer jusqu'à 132 intermittences sonores, dans le phénomène des battements résultant de la dissonance si_4, ut_5, pourvu qu'elle soit produite sur un instrument qui tienne le son, comme l'orgue ou l'harmonium. — Un autre phé-

nomène permet d'ailleurs d'assigner une limite supérieure à cette durée dont on vient d'indiquer la limite inférieure. On sait, en effet, que les vibrations produites dans l'air par le choc uniforme d'une roue dentée contre un obstacle flexible ne peuvent donner un véritable son tant que le nombre des coups n'est pas au moins de 8 à 10 par seconde. Dans ce cas, le retour d'une vibration s'opère un peu avant que l'impression causée par la précédente ait complétement cessé de se faire sentir. A des bruits discontinus succède alors la sensation continue que produit une résonnance musicale ; de sorte que pour certains bruits uniformes et isochrones pouvant se fondre en un son unique on est autorisé à dire, comme dans l'expérience du cercle lumineux, que la persistance de la sensation est tout au plus de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde.

Il est donc permis de considérer comme des faits de même ordre les variations, dans les limites assez étendues d'ailleurs, de la durée de la sensation, qu'elle soit optique, acoustique ou tactile ; ce qui n'a rien que de conforme à ce que nous savons de la nature de nos sens et de leurs relations mutuelles.

Peut-être ces rapprochements inspireront-ils le désir de procéder à de nouvelles observations plus variées et plus complètes que les nôtres. On sait d'ailleurs que les maîtres les plus illustres de la science physiologique n'ont jamais accueilli sans bienveillance des recherches de ce genre. « Il est beaucoup de travail-» leurs qui n'en sont pas moins utiles à la science, » a dit l'un d'eux, « quoiqu'ils se bornent à lui apporter des faits bruts ou » empiriques..... » C'est que, comme il le dit encore, « En phy-» siologie, comme dans toutes les sciences expérimentales, l'ex-» périence est le critérium suprême. » (Claude Bernard, *De la physiologie générale*. Notes 209 et 220, p. 220 et 216, Paris, Hachette, 1872.)

Expériences sur la durée

Par MM. Léon LALANNE,

DATES.	NUMÉROS d'ordre.	NOMBRE total de tours.	DURÉE de l'expérience en secondes.	NOMBRE de tours par seconde.	PARTIE DU CORPS SOUMISE AU CONTACT.
19 juillet 1842. Température de l'air ambiant : 26°,3.	1.	98	10	9,8	.....
	2.	203	22	9,2	Extrémité palmaire des doigts.....
	3.	203	22	9,2	.....
	4.	350	30	11,7	Le bras.....
	5.	189	15	12,6	.....
	6.	196	15	13,1	Le bras au-dessous de l'attache du deltoïde.....
	7.	196	15	13,1	.....
	8.	350	30	11,7	Le bras au-dessous de l'attache du deltoïde.....
	9.	175	15	11,7	Le bras au-dessous de l'attache du deltoïde.....
	10.	222	25	12,9	Le bras au-dessous de l'attache du deltoïde.....
	11.	175	15	11,7	Le bras au-dessous de l'attache du deltoïde.....
22 juillet 1842. Température : 21 degrés.	12.	140	10	14,0	.....
	13.	245	20	12,25	.....
	14.	252	20	12,6	Partie externe du bras entre le deltoïde et l'articulation du coude.....
	15.	210	10	21,0	.....
	16.	217	10	21,7	.....
	17.	294	20	14,7	.....
	18.	189	15	12,6	Avant-bras, bord radial.....
	19.	273	19	14,4	.....
	20.	189	15	12,6	.....
	21.	91	10	9,1	A moitié de l'avant-bras, sur le bord cubital.....
	22.	105	10	10,5	.....
	23.	126	10	12,6	Face dorsale du milieu de l'avant-bras
	24.	112	10	11,2	Face dorsale de l'avant-bras. — Quelques poils seulement sont touchés.
	25.	133	10	13,3	.....
	26.	161	10	16,1	Pulpe du doigt médius. .....
26 juillet 1842. Température : 23 degrés.	27.	656	30	21,9	Extrémité palmaire du médius.....
	28.	496	20	24,8	— — .....
	29.	152	15	10,1	Face dorsale de la deuxième articulation de l'index.....
	30.	208	15	13,9	Face dorsale de la deuxième articulation de l'index.....
	31.	312	15	20,8	Face dorsale de la deuxième articulation de l'index.....
	32.	192	15	12,8	Face dorsale de la deuxième articulation de l'index.....
	33.	200	15	13,33	Face dorsale de la deuxième articulation de l'index.....

de la sensation tactile,

Ch. Martins et A. Le Pileur.

SENSATION ÉPROUVÉE PAR LES DIVERS EXPÉRIMENTATEURS.			OBSERVATIONS.
L. L.	A. L.	C. M.	
.....	.....	Discontinue.....	Choc de l'extrémité d'une plume munie de sa barbe.
.....	.....	Id.	
.....	.....	Id.	
.....	.....	Continue.	
Continue.			
Id.			
Id.			
.....	.....	Continue.	
.....	.....	Id.	
Continue et brûlante.	.....	.....	L'extrémité de la plume étant ébarbée.
.....	.....	Continue.....	
.....	Encore très-discontinue.....	.....	Choc avec la pointe d'une plume ébarbée.
Continuité encore imparfaite.....	.....	.....	
.....	.....	Continue.....	
.....	Presque continue...	.....	
.....	Continue.....	.....	
Continue.....	.....	.....	Surface de caoutchouc arrondie agissant tangentiellement par contact très-léger sur les poils au-dessus de l'avant-bras.
.....	.....	Continue..... ..	
.....	Continue.....	.....	Le contact n'a lieu que sur environ 1 centimètre carré sur les poils.
.....	—		
....	.....	Encore discontinue.	
.....	.....	Continue.	
Encore discontinue.			
Continue.			
.....	Continue.....	.....	Barbe de plume.
.....	.....	Parfaite continuité.	
.....	.....	Continue.....	Barbe de plume très-douce.
.....	Continue avec quelque incertitude...	... .	Pinceau en martre.
Limite inférieure de la continuité.....	.....	....	Même pinceau touchant très-légèrement.
.....	Limite inférieure de la continuité.....	.....	Même pinceau touchant très-légèrement.
.....	.....	Continue.	
.....	.....	Limite inférieure de la continuité.	
.....	.....		

DE

L'OCCLUSION DES ORIFICES AURICULO-VENTRICULAIRES

De la fonction et du fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires
Exposé dogmatique et critique

Par M. le docteur SURMAY
Médecin et chirurgien de l'hôpital de Ham, Membre correspondant de la Société de chirurgie, etc.

« Si l'on ouvre le ventricule gauche, on observe sur sa paroi intérieure la disposition suivante :

» Deux colonnes charnues, saillantes à l'intérieur de la cavité ventriculaire, grosses quelquefois comme le petit doigt, naissent par de nombreux faisceaux de la paroi postérieure du ventricule : l'une en dehors, vers la jonction de la face antérieure de cette cavité avec sa face postérieure pour former le bord gauche du cœur ; l'autre en dedans, un peu en deçà du sinus, où la face postérieure du ventricule vient se continuer avec celle formée par la cloison interventriculaire ; de ces deux faisceaux partent de petits tendons qui vont s'attacher aux bords libres des deux lames (artérielle et ventriculaire) de la valvule mitrale.

« Les faisceaux musculaires se contractant en même temps que toute la masse du ventricule, ils doivent avoir pour effet de tendre les valvules, de les rapprocher l'une de l'autre de manière à fermer l'orifice auriculo-ventriculaire. Les tendons qui vont à la lame artérielle attirent cette lame vers la lame ventriculaire ; ceux qui vont à la lame ventriculaire se détachant de faisceaux musculaires dont le plan est en dedans du plan de la paroi ventriculaire ont pour effet de séparer de cette paroi la lame valvulaire qui s'y était appliquée pendant le passage du sang à travers l'orifice auriculo-ventriculaire. De cette façon, les bords libres des deux lames vont donc à la rencontre l'un de l'autre et l'orifice se trouve ainsi fermé.

» Mais se trouve-t-il fermé par un plan horizontal ? La dispo-

sition des muscles et des tendons des valvules ne permet pas qu'il en soit ainsi... Il ne peut résulter de la tension des lames valvulaires qu'un plan incliné ou plutôt qu'un double plan incliné, en dos d'âne ; car les deux lames, en mettant en contact leurs bords libres, ne peuvent arriver à faire un seul plan.

» En effet, qu'on verse de l'eau sur la face ventriculaire de la valvule mitrale, après avoir coupé la pointe du ventricule et lié l'aorte, on voit les deux lames de cette valvule rapprocher leurs bords libres et l'eau rester dans deux espèces de rigoles, l'une à gauche, l'autre à droite de la ligne de conjonction des bords valvulaires. De ces deux rigoles, celle qui correspond à l'orifice aortique est de beaucoup la plus large et, le plus souvent, ce n'est que dans celle-ci que séjourne l'eau. *La lame correspondant à l'artère est appliquée contre la lame ventriculaire qui elle-même n'est que très-peu séparée de la paroi ventriculaire, et il y a, de cette manière, un long plan incliné qui s'étend du bord gauche du ventricule à l'orifice aortique, lequel semble en être la continuation.*

» Si l'on mesure les deux lames de la valvule mitrale, on trouve que la lame artérielle est de beaucoup plus haute (plus de moitié) que la lame opposée, et qu'il s'en manque peu pour qu'elle ferme à elle seule l'orifice auriculo-ventriculaire : ce qui s'accorde parfaitement avec le mode d'occlusion que je suppose à cet orifice.

» Il résulte de cette disposition des lames de la valvule mitrale, lorsqu'elles se rapprochent, que l'ondée sanguine chassée par la contraction du ventricule laisse à sa gauche et n'a aucune tendance à forcer l'interstice des bords valvulaires. Elle glisse sur le plan incliné et arrive directement dans l'orifice aortique, qui le continue.

» Il en est de même dans le ventricule droit, quoique la chose soit moins tranchée.

» Sur un cœur sain que j'ai sous les yeux, le diamètre de l'orifice auriculo-ventriculaire droit est de quatre centimètres.

» Des trois portions de la valvule tricuspide, la grande ou antérieure a trois centimètres de hauteur et plus de quatre cen-

timètres selon sa plus grande diagonale ; la petite, ou portion droite et postérieure, a un centimètre et demi dans sa plus grande hauteur ; elle est dentelée, et sa hauteur la plus petite est de moins d'un centimètre ; la portion interne et postérieure, tout près de la paroi interventriculaire, a deux centimètres moins quelque chose.

» La grande lame antérieure reçoit des tendons de la cloison interventriculaire pour son bord gauche et la portion gauche de son bord inférieur, du bord droit du ventricule pour la portion droite de son bord inférieur ; de la paroi postérieure du ventricule pour son bord droit.

» Sur l'ensemble du mécanisme du cœur, je pense qu'on peut aujourd'hui affirmer sans témérité que l'accord est fait dans la science. Mais il est un point sur lequel les opinions restent encore divergentes ; je veux parler de l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires, de la fonction et du mode de fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires.

» Il y a longtemps que pour la première fois je me suis occupé de cette question et, dans un mémoire publié dans la *Gazette médicale*, en 1852, j'ai exposé sur ce sujet quelques vues nouvelles (1).

» Soit parce que l'étude particulière du jeu des valvules, à laquelle j'avais été amené dans le cours de mon travail, n'y était présentée que d'une manière incidente, bien qu'elle en fût la partie vraiment originale, soit, peut-être, faute de développements suffisants, ou pour tout autre motif, mes idées passèrent, je crois, assez inaperçues ou ne furent qu'incomplétement comprises.

» Mais dans les expérimentations et les travaux qui ont été faits depuis, alors même qu'ils n'ont pas conduit leurs auteurs à des conclusions identiques aux miennes, j'ai trouvé la confirmation de ma propre manière de voir. Il est même arrivé qu'une théorie tout récemment exposée offre avec la mienne et sur un point im-

(1) *Recherches sur les mouvements et les bruits normaux du cœur pour arriver au diagnostic des bruits anormaux qui se passent aux orifices de cet organe*, par M. Surmay, interne des hôpitaux (*Gaz. médicale de Paris*, 1852).

portant une analogie sensible, et lui a donné ainsi une sorte de rajeunissement. Ces circonstances m'ont paru propices à la reprise de mes études sur un sujet qu'à cause de son importance physiologique et clinique je n'ai, du reste, jamais perdu de vue. C'est pourquoi je me suis décidé à entreprendre le présent travail, dans lequel je me propose d'exposer mes idées anciennes en les appuyant sur des développements et des faits nouveaux et ensuite d'en achever la démonstration en faisant la critique des autres opinions. »

I

Voici ce que j'écrivais en 1852 :

« Comment se fait l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires ?

» La petite lame ou lame droite et postérieure reçoit ses tendons de la paroi ventriculaire postérieure.

» Le lambeau gauche et postérieur ou juxta-infundibulaire reçoit ses tendons de la cloison interventriculaire. Sous ce lambeau, l'indocarde est lisse, luisant, glissant. C'est manifestement le commencement de l'infundibulum.

» Il résulte de cette disposition que, lors de la contraction des muscles valvulaires, les lames de la valvule tricuspide sont tirées vers l'axe longitudinal du ventricule. Par le rapprochement des bords et des tendons valvulaires l'orifice est fermé.

» Mais les tendons de la lame antérieure la tirent non-seulement en bas vers l'axe longitudinal, mais aussi un peu en arrière. De plus, cette lame a une hauteur double de celle des autres qui égale presque le diamètre de l'orifice auriculo-ventriculaire. Elle présente donc un plan obliquement dirigé de haut en bas et d'avant en arrière qui, en dedans, se perd dans l'infundibulum et qui, à lui seul, occlut en grande partie l'orifice.

» La lame interne est séparée par la contraction de ses petits muscles de la cloison interventriculaire et va à la rencontre de la lame antérieure. Il *résulte de la rencontre de ces deux lames un double plan qui s'incline à droite et à gauche, dont l'axe est*

de haut en bas et d'avant en arrière, et dont les deux parties se réunissent en haut pour commencer l'infundibulum.

» Quant aux portions postérieures et droites de la valvule, elles sont étroites et servent à compléter l'occlusion de l'orifice.

» Que l'ondée sanguine soit pressée par le ventricule contracté, *elle sera directement poussée dans l'infundibulum en glissant sur les deux plans que lui présentent les deux grandes divisions antérieure et interne de la valvule et surtout sur le plan antérieur.* Elle n'aura aucune tendance à forcer l'interstice des bords valvulaires, qui d'ailleurs sera gardé par les tendons rapprochés en faisceaux.

» Ce mode d'occlusion doit rendre bien difficile et bien rare le reflux du sang dans les oreillettes. »

Je ferai remarquer que ce qui précède était écrit dans mon mémoire à propos d'un cas pathologique où il y avait altération des valvules auriculo-ventriculaires et dans lequel on pouvait supposer l'insuffisance de ces valvules. Je n'entends en aucune façon que, dans l'état normal, il puisse rester un interstice béant entre les bords contigus des valvules tendues. Cela dit, je reprends ma citation.

» Dans l'état normal, au moment où va commencer la systole, les valvules sont appliquées contre les parois ventriculaires ; si le sang devait par son seul effort opérer le déplacement de ces valvules, il n'y parviendrait certainement pas assez vite pour se fermer complétement le large passage que lui offrent les orifices auriculo-ventriculaires, et l'état normal serait une *insuffisance*. Aussi la nature a-t-elle détaché des parois internes des ventricules des muscles qui, en se contractant en même temps que le sang est expulsé, séparent les valvules des parois contre lesquelles elles étaient accolées. L'effort du sang se joint alors à celui des muscles, les valvules se rapprochent, se touchent, et l'occlusion des orifices est complète. En même temps, la contraction des muscles tend les valvules et en fait deux plans qui, par leur résistance et leur inclinaison, permettent au sang de glisser facilement sur eux. »

Telle est la théorie que je donnais alors comme nouvelle. C'est

encore celle que j'adopte aujourd'hui. Je n'ai aucun changement à y apporter. Je veux seulement la faire suivre d'un commentaire qui la rende plus saisissable et ne laisse aucune lacune dans l'expression de ma pensée.

J'appuierai ce commentaire sur une expérience nouvelle dont l'idée m'est venue au cours de ce travail et qui me paraît résoudre définitivement une question de capitale importance dans le sujet qui m'occupe, celle de la situation des valvules auriculo-ventriculaires pendant la diastole et à la fin de la systole ventriculaire.

Si l'on pouvait surprendre le cœur dans le moment précis où la systole ventriculaire s'achève et où la diastole n'est pas encore commencée, dans quel état trouverait-on l'intérieur des ventricules ? Le sang en étant complétement expulsé, il est évident que les parois internes de ces cavités se trouveraient en contact intime. Dans la région auriculaire seulement les valvules auriculaires seraient interposées, accolées les unes aux autres par leurs faces internes, appliquées par leurs faces externes aux parois ventriculaires. Par le relâchement le vide se fait, la diastole commence et le courant sanguin, en vertu de la pression atmosphérique, de son propre poids, et de l'impulsion à laquelle il obéit, entr'ouvre les orifices auriculo-ventriculaires, écarte légèrement les valvules et pénètre dans les cavités ventriculaires. Dès ce moment, il continue d'y couler en faible quantité jusqu'à ce que l'oreillette, en se contractant, se dégorge dans le ventricule en une ondée qui le remplit et le provoque à se contracter à son tour. Cette ondée sanguine ne peut se loger dans le ventricule qu'en en écartant les parois pour se faire place. Mais à ces parois sont intimement accolées les valvules auriculo-ventriculaires qui n'ont pu et ne peuvent encore les quitter, car elles y sont maintenues par les mêmes forces qui poussent le sang dans les ventricules. Valvules et parois reculeront donc ensemble ; ensemble aussi, elles reviendront lorsque le muscle cardiaque se contractant, gonflant ses parois et rétrécissant ses cavités, forcera le sang à s'échapper par les issues qui lui seront ouvertes, c'est-à-dire par les orifices artériels et les orifices auriculo-ventriculaires.

Heureusement, il y a à l'intérieur des ventricules des muscles qui se séparent de leurs parois et qui s'insèrent par leurs tendons aux bords et aux faces des valvules. Ces muscles, qui font partie du muscle cardiaque, se contractent avec lui et détachent les valvules des parois contre lesquelles elles restaient appliquées. Ces valvules vont alors à la rencontre les unes des autres, la masse sanguine se heurte contre une sorte de voile contre laquelle elle fait effort, et elle contribue à se tendre à elle-même un obstacle à sa rentrée dans les oreillettes. N'est-il pas évident que si ces muscles valvulaires n'entraient pas en action, les valvules ne quitteraient pas les parois ventriculaires, et qu'ainsi, au moment de la systole, une partie du sang retournerait dans les oreillettes? En dehors de cette force, où serait la cause du déplacement des valvules? On a parlé du raccourcissement du cœur qui mettrait les muscles et les tendons dans le relâchement et donnerait ainsi de la liberté aux valvules. Je répondrai qu'à l'intérieur des cavités ventriculaires il ne saurait être question de raccourcissement; il y a un rétrécissement en tous sens de la cavité ventriculaire dont les parois, gonflées par la contraction, ne peuvent pas plus quitter les valvules appliquées contre elles que la masse sanguine qu'elles expulsent, et ce rétrécissement, dût-il relâcher les cordages valvulaires et rendre la liberté aux valvules, laisserait cette liberté stérile, car il ne peut en rien changer les rapports intimes des parois ventriculaires avec les valvules qui y sont accolées et avec le sang qui remplit l'espace que valvules et parois circonscrivent ensemble.

Ainsi les muscles valvulaires ont bien pour première fonction de séparer des parois ventriculaires les valvules qui, sans leur action, y resteraient appliquées pendant la systole comme pendant la diastole. Puis, la contraction de ces petits muscles se maintenant et la pression sanguine aidant, les orifices auriculaires sont complétement fermés et le sang n'a d'autre issue que les orifices artériels.

Mais ce n'est pas tout. Les valvules rapprochées et tendues offrent au flot sanguin lancé avec force un double plan incliné dont les faces sont lisses et dont la direction est telle que les

orifices artériels semblent en être la continuation. Sur ce double plan, mais surtout sur celle des deux faces qui est la plus étendue, le flot divisé et arrivant obliquement glisse en n'exerçant qu'une pression singulièrement diminuée et pénètre avec une parfaite aisance dans les canaux par lesquels il doit s'échapper. On voit ainsi que tout concourt merveilleusement à faciliter l'évacuation des ventricules et à empêcher le reflux du sang dans les oreillettes, tout en diminuant, autant que possible, la fatigue des instruments d'occlusion.

Tout ce jeu des valvules se fait dans un moment presque imperceptible. La systole continuant, les parois ventriculaires se rapprochent de plus en plus les unes des autres et, en expulsant le sang, se rapprochent aussi des valvules, si bien qu'à la fin il n'y a plus de sang dans les ventricules et à la place du sang, des plans valvulaires et des cavités ventriculaires, il n'y a plus que des parois et des valvules hermétiquement appliquées les unes contre les autres. La révolution du cœur est terminée : une autre se prépare.

Cet exposé de la situation des valvules pendant la diastole et à la fin de la systole ventriculaires est confirmée par la double expérience suivante, à laquelle je faisais allusion tout à l'heure, et que j'ai pratiquée tout récemment :

Après avoir ouvert la poitrine d'un lapin et mis à nu le cœur, j'ai compris dans une même ligature l'aorte et l'artère pulmonaire, puis avec un autre fil j'ai lié les gros troncs veineux qui débouchent dans les oreillettes ; de cette manière les cavités ventriculaires se sont trouvées remplies. J'ai alors enlevé le cœur gonflé de sang et je l'ai soumis à la congélation au moyen d'un mélange réfrigérant. Lorsque le cœur a été entièrement gelé, j'ai fait, avec une scie très-fine, une section comprenant toute l'épaisseur de l'organe de la pointe à la base et suivant à peu près les bords droit et gauche. J'ai pu constater alors que les deux cavités ventriculaires étaient remplies d'une masse rouge qui était le sang gelé, la droite beaucoup plus que la gauche. Je commençai mon examen par la cavité droite et je constatai que les valvules auriculaires étaient immédiatement appliquées con-

tre les parois ventriculaires correspondantes et que le sang gelé occupait tout l'espace compris entre elles, c'est-à-dire entre leurs faces internes. Je pus même voir un tendon traversant la masse sanguine obliquement de gauche à droite et de bas en haut, et s'insérant à la valvule appliquée contre la paroi ventriculaire. Pendant cet examen, le sang s'était peu à peu liquéfié, et je ne pus le répéter dans les mêmes conditions dans le ventricule gauche.

Je sacrifiai un second lapin pour recommencer l'expérience et examiner particulièrement le ventricule gauche. Mais dans l'ouverture du thorax un vaisseau important fut ouvert, l'artère mammaire interne, je pense; il s'ensuivit une hémorrhagie qui remplit aussitôt le médiastin et que je ne pus arrêter à temps. Je me hâtai de poser ma ligature autour des gros vaisseaux, mais ne pouvant en faire qu'une seule, je liai tout ensemble et du même coup les veines et les artères. J'extirpai le cœur, bien qu'il me parût vide, et je le soumis à la congélation.

Je pus constater, après congélation, qu'en effet le cœur était vide. Ayant fait sur la face antérieure du ventricule gauche une incision longitudinale partant de la base, près de la cloison interventriculaire, je trouvai les parois ventriculaires exactement accolées l'une à l'autre, séparées seulement, en haut, par les deux valves de la valvule mitrale intimement appliquées l'une sur l'autre par leur face interne et contre les parois ventriculaires par leur face externe. A l'orifice aortique se trouvait une toute petite masse, une goutte peut-être de sang gelé qui n'avait pu s'échapper par le vaisseau lié. Le ventricule droit était absolument vide et les parois et les valvules s'y trouvaient tout à fait dans la même situation que dans le ventricule gauche.

Je me propose de poursuivre l'expérimentation que je n'ai fait que commencer et dont les deux expériences précédentes se trouvent être, fortuitement, la contre-partie l'une de l'autre, et je publierai les résultats que j'aurai obtenus. Quant à présent elle confirme l'idée que je me fais du rôle des valvules auriculo-ventriculaires et des muscles valvulaires, et que j'ai expliquée aussi clairement qu'il m'a été possible.

Les valvules auriculo-ventriculaires sont donc pour les orifices auriculo-ventriculaires des instruments d'occlusion, pour l'ondée sanguine des instruments de transmission et de direction, pour les cavités auriculaires des instruments de protection, et ces instruments sont mis en action par la contraction des muscles valvulaires.

Je vais maintenant aborder la partie critique de ce travail.

II

Les théories sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires peuvent se ranger en deux classes.

Dans la première qui les comprend presque toutes, les valvules sont les instruments principaux, essentiels même de l'occlusion. Dans la deuxième, les valvules ne sont que des instruments auxiliaires de l'évacuation des ventricules et ne concourent pas à l'occlusion. Cette deuxième classe est représentée, je pense, par M. Onimus seulement.

La première classe se divise en deux catégories, selon que les valvules et les muscles valvulaires sont considérés comme des instruments passifs, la pression sanguine étant l'agent actif, ou qu'au contraire les valvules et leurs muscles sont les agents actifs, la pression sanguine étant négligée ou n'intervenant que comme auxiliaire.

La théorie la plus ancienne est celle de l'occlusion passive et remonte à Lower. Elle a longtemps régné sans rivale et, de nos jours, elle semble prévaloir encore, grâce aux expérimentations de MM. Chauveau et Faivre et de M. Colin. Dans cette hypothèse, les valvules pendantes à la fin de la systole auriculaire sont brusquement relevées par le sang qui s'engouffre sous elles ; elles sont redressées de manière à former au-dessous des orifices auriculo-ventriculaires un plan plus ou moins parallèle à ces orifices, et les cordages et les muscles papillaires n'ont d'autre usage que d'empêcher les valvules de se retourner dans les cavités auriculaires.

A l'appui de cette manière de voir, MM. Chauveau et Faivre (1) rapportent l'expérience suivante :

« Que l'on introduise le doigt dans une oreillette, la droite, par exemple (l'expérience est faite sur un cheval vivant), et que l'on explore l'orifice auriculo-ventriculaire, on sentira, au moment même où les ventricules entrent en contraction, les valvules triglochines se redresser, s'affronter par leurs bords et se tendre au point de devenir convexes par en haut, de manière à former un *dôme multiconcave* au-dessus de la cavité ventriculaire..... Cette disposition des valvules auriculo-ventriculaires pendant la systole inférieure du cœur nous enseigne assez que les ventricules ne peuvent se vider complétement pendant cette systole. Il existe, en effet, à la fin de ce mouvement, sous la voûte valvulaire du cœur gauche et du cœur droit, une cavité conique qui contient encore une certaine quantité de sang.....

» ..... Le sang n'est donc pas lancé en totalité dans les artères à chaque mouvement de systole. »

Cette expérience démontre, en effet, le redressement des valvules, au moment de la systole des ventricules, mais je n'y vois pas la preuve que ce redressement n'ait d'autre agent que la pression sanguine.

Quant au *dôme multiconcave*, j'y reconnais les faces supérieures de mon double plan incliné. Il est bien possible que le doigt qui les touche ne les sente pas parfaitement tendues à tous les instants de la systole, et cela résulte justement de l'effacement progressif de la cavité ventriculaire et du rapprochement également progressif des valvules qui sont l'effet de la systole. Mais ces mêmes dispositions anatomiques s'opposent précisément à ce qu'il reste, quand la systole est accomplie, du sang dans la cavité ventriculaire. Le double plan incliné, tel que je l'ai expliqué, s'oppose tout d'abord au reflux du sang dans l'oreillette au début de la systole et facilite son introduction dans le canal artériel ; puis, l'évacuation se continuant sans la moindre difficulté, les

(1) *Nouvelles recherches expérimentales sur les mouvements et les bruits normaux du cœur, envisagés au point de vue de la physiologie médicale*, par Chauveau et Faivre (*Gaz. médic. de Paris*, 1859, p. 410).

parois ventriculaires, après avoir chassé devant elles et fait glisser sur les valvules la masse sanguine, se trouvent appliquées contre les valvules qui sont elles-mêmes plus ou moins accolées l'une à l'autre. On comprend que, pendant toute la durée de cette opération pourtant bien rapide, la tension des valvules ne soit pas toujours la même, et c'est là ce qui a pu donner au doigt qui les touchait la sensation d'une sorte de convexité. Mais j'ai peine à comprendre que cette convexité soit réelle et persistante et qu'elle réponde à une concavité dans laquelle le sang resterait emprisonné. Pourquoi, d'ailleurs, cette insuffisance de la systole ventriculaire? Et, enfin, toutes les fois que dans une autopsie on a trouvé les ventricules contractés, ne les a-t-on pas trouvés vides? Je ne puis donc, je le répète, voir dans le dôme multiconcave de MM. Chauveau et Faivre que mon double plan incliné.

M. Colin s'exprime ainsi dans son discours à l'Académie de médecine dans la séance du 21 avril 1874 :

« On fenêtre la poitrine d'un animal de grande taille, et pendant que la respiration est entretenue artificiellement, l'opérateur fait à l'oreillette une petite ouverture par laquelle il introduit le doigt jusqu'au niveau des valvules et même jusqu'à la partie moyenne du ventricule. A l'aide de cette simple manœuvre, on se rend parfaitement compte du mécanisme du soulèvement et de l'abaissement de ces soupapes. Pendant la diastole, on les sent déjà plus ou moins soulevées et non appliquées sur les parois du ventricule. Lors de la systole, elles se relèvent brusquement, se tendent en s'affrontant, non pas seulement par leurs bords, comme l'enseignait Magendie, mais encore par une partie notable de leur face supérieure qui s'infléchit pour devenir verticale. Chaque dentelure devient convexe en haut et, par conséquent, concave en bas..... Les valvules des deux orifices fonctionnent d'une manière à peu près identique. »

Comme on le voit, cette expérience confirme celle de MM. Chauveau et Faivre en ce qui touche le redressement des valvules, mais il s'y trouve une assertion nouvelle et de grande importance, c'est que, pendant la diastole, les valvules sont séparées des parois ventriculaires.

Je n'élève aucune contestation sur la réalité des sensations perçues par l'expérimentateur, bien que les conditions dans lesquelles elles se produisent paraissent peu propres à leur donner une parfaite netteté. J'admets l'existence du fait ; je veux seulement l'interpréter et je dis : la contraction du cœur est comme un mouvement vermiculaire qui, commençant à la partie postérieure des oreillettes, se poursuit sans interruption sensible jusqu'à la pointe des ventricules, de telle sorte que la fin de la systole auriculaire, la fin de la diastole ventriculaire et le début de la systole ventriculaire sont des phénomènes qu'on pourrait presque dire simultanés, tant est grande la rapidité avec laquelle ils se succèdent. Dès lors, n'est-il pas bien difficile de rapporter à l'un de ces phénomènes plutôt qu'à l'autre une sensation perçue dans l'instant si court où ils se pressent, et ne peut-on, par exemple, attribuer à la diastole un léger soulèvement des valvules qui ne lui appartient plus et marque déjà le début de la systole ?

M. Colin dira que ce soulèvement des valvules il l'a perçu non pas seulement à la fin de la diastole, mais pendant toute la diastole. Je répondrai que la présence du doigt dans le ventricule ne doit pas être indifférente à cet organe contractile. La titillation ainsi exercée sur ses parois et sur ses colonnes musculaires ne peut-elle pas déterminer une légère contraction qui fait que le relâchement n'est pas complet et qui suffit à mobiliser un peu les valvules comme elles le sont, dans l'état normal, au début de la systole ventriculaire. J'avoue que cette interprétation du fait signalé par M. Colin sourit à mon esprit et j'y verrais ainsi une confirmation de mon opinion sur le rôle des muscles valvulaires.

S'il en était autrement, c'est-à-dire si les valvules étaient réellement flottantes à une certaine distance des parois ventriculaires pendant la diastole, il me paraît évident que la première action des colonnes charnues que M. Colin reconnaît être contractiles serait, au début de la systole, d'attirer à elles les valvules auxquelles leurs tendons sont attachés, de les écarter les unes des autres et non de les rapprocher et de permettre ainsi le reflux du sang dans les oreillettes, de sorte que les instruments

destinés à opérer l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires et à faciliter l'entrée du sang dans les orifices artériels commenceraient par y apporter un obstacle.

Il résulte donc de cette discussion et de tout ce qui précède : 1° que pendant la diastole ventriculaire les valvules restent appliquées contre les parois ventriculaires; 2° qu'au moment de la systole ventriculaire elles se séparent de ces parois ; 3° que cette séparation ne peut être opérée que par l'action des muscles valvulaires ; 4° que les valvules en se rapprochant et se relevant ne peuvent former un plan horizontal ; 5° que le dôme multiconcave, tel que l'admettent MM. Chauveau et Faivre, n'est pas conforme au bon fonctionnement du cœur, mais qu'il n'est peut-être pas autre chose que le double plan incliné que j'ai décrit et qui est parfaitement adapté à la fin qu'il s'agit d'atteindre, à savoir l'évacuation complète des ventricules et la transmission du sang dans les canaux artériels.

Ainsi, si mon argumentation ne m'a pas conduit à l'erreur, l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires ne saurait être passive ; elle s'opère par le jeu actif des valvules. Il s'agit dès lors de déterminer quelle situation, quelle direction prennent ces valvules par l'action des muscles qui les mettent en mouvement, et cela nous amène à l'examen des théories qui composent la deuxième catégorie de la première classe.

Ce n'est que dans ce siècle que les physiologistes ont eu l'idée de faire intervenir la contraction musculaire comme agent principal de l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires, et Meckel paraît être le premier qui ait introduit dans la science cette opinion qui compte de nombreuses et considérables adhésions. Mais la contraction musculaire n'est qu'un principe et les applications qu'on en a faites ont donné lieu à des théories assez divergentes.

Plusieurs auteurs, parmi lesquels je citerai Meckel, Burdach, M. Bouillaud, se bornent à dire que, par l'action des muscles valvulaires, les valvules sont tendues, rapprochées, et plus ou moins redressées de manière à fermer les orifices auriculo-ventriculaires, et n'insistent pas sur la direction et la situation précise qu'elles affectent dans cette opération.

Pour le plus grand nombre, au contraire, cette question est un sujet de graves préoccupations et a donné lieu à des solutions qu'il importe de connaître.

Les physiologistes anglais et allemands (Reid, Kuerschner, Ludwig, Kuss, Vierordt, etc.) admettent que les valvules tendues et rapprochées les unes des autres forment un cône ouvert par en haut dans l'oreillette et que, contre ce cône creux, les parois ventriculaires s'appliquent pour opérer l'évacuation des ventricules.

On voit tout de suite combien la présence de ce cône au milieu de la cavité ventriculaire, en communication avec l'oreillette, rendrait compliquée et difficile la transmission du sang des oreillettes dans les canaux artériels à travers les ventricules, et il est peu présumable que la nature toujours simple autant que parfaitement habile dans ses opérations ait adopté un pareil procédé. Mais cette manière de voir est absolument inconciliable avec les dispositions anatomiques et, de plus, elle est démentie par toutes les expérimentations et notamment par celles qu'on a pratiquées sur les grands animaux vivants.

Les mêmes objections sont applicables à la théorie de M. Parchappe(1) qui « assimile les appareils valvulaires auriculo-ventriculaires dans leurs éléments passifs à une ouverture de bourse munie de ses cordons, dans leurs éléments actifs à un système de muscles synergiques qui, tirant les cordons de la circonférence au centre, ferment cet anneau en rapprochant et fronçant les bords de l'ouverture. »

J'arrive à ma propre théorie que je trouve plus conforme à la réalité des choses. Je l'ai exposée en commençant, je ne la reproduirai pas ici. Mais j'ai dit aussi qu'une théorie toute récente offrait avec elle la plus grande analogie et lui donnait un appui que je savais apprécier. C'est de celle-ci que je vais m'occuper avec quelques détails et c'est celle à laquelle M. Marc Sée a consacré des publications réitérées.

M. Sée a exposé ses idées d'abord en 1874 dans une note (2)

(1) *Du cœur, de sa structure et de ses mouvements*, 1848.

(2) *Note sur les piliers du cœur et sur le mode de fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires* (*Bulletin de l'Académie de médecine*, séance du 24 mars 1874).

qu'il a lue à l'Académie de médecine, puis dans une brochure importante imprimée en 1875 (1), et, enfin, il les a rééditées dans un travail inséré dans le numéro de mai 1876 (2) des *Archives générales de médecine*. Comme ces publications sont concordantes, j'emprunterai mes citations indifféremment à l'une ou à l'autre.

Voici ce qu'on lit dans la note à l'Académie :

« On peut considérer à la cavité du ventricule gauche trois parois : une interne ou droite, répondant à la cloison interventriculaire, une antérieure et une postérieure. La paroi antérieure et la paroi postérieure se réunissent au bord gauche du cœur pour former un angle arrondi que nous désignerons sous le nom d'angle gauche du ventricule. Ces deux parois, bien plus irrégulières que la paroi interne, donnent naissance chacune à un des piliers du ventricule gauche. — De ces deux piliers, l'un est antérieur et l'autre postérieur.

» La valve mitrale est formée d'une valve droite et d'une valve gauche ; la première, de beaucoup la plus considérable, sépare l'orifice auriculo-ventriculaire gauche de l'orifice aortique.....

» Les deux valves donnant insertion par leurs bords libres à de nombreux cordages tendineux, fixés eux-mêmes aux sommets des deux piliers, il est évident qu'au moment de la systole ventriculaire elles sont attirées toutes deux vers le *bord gauche* du cœur, *appliquées l'une sur l'autre et sur la paroi ventriculaire*. Les cordages fibreux sont tendus par suite du raccourcissement des piliers contractés, raccourcissement qui est plus que suffisant pour compenser la diminution de hauteur du ventricule gauche. La pression considérable à laquelle le sang est soumis dans ce ventricule en systole s'ajoute à l'action des piliers et rend plus intime encore l'application des valves contre la paroi ventriculaire.

(1) *Recherches sur l'anatomie et la physiologie du cœur, spécialement au point de vue du fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires*, par M. le docteur Marc Sée, chef des travaux anatomiques à la Faculté de médecine de Paris. G. Masson, 1875.

(2) *Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur les valvules du cœur*, par le docteur Marc Sée (*Arch. de médecine*, mai 1876).

» Les choses étant dans cet état, *la valve droite de la valvule mitrale forme, au-dessous de l'orifice auriculo-ventriculaire gauche, une sorte de rideau oblique fortement tendu qui le masque complétement et s'applique ensuite directement contre la paroi du ventricule.* Les arcades du bord libre de la valvule, les cordages tendineux sont pressés sur les reliefs musculaires ou logés dans les dépressions qui séparent ces reliefs de la paroi ventriculaire complétée en bas par les piliers adossés.

» Ce mécanisme qui s'applique également avec quelques modifications au ventricule droit et à la valvule tricuspide est bien autrement efficace pour s'opposer à tout reflux du sang vers l'oreillette que tous ceux qui ont été indiqués par les physiologistes. »

Je complète la démonstration qui concerne l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire gauche par les lignes suivantes empruntées aux *Recherches* de 1875 et 1876 (1) :

« Sur la grande valve, la face externe est lisse et d'apparence séreuse, libre d'adhérences, comme la face interne des vaisseaux ; elle se continue, en effet, sans démarcation précise, avec la surface interne de l'aorte et des valvules sigmoïdes.

» En même temps que la grande valve de la mitrale se meut de droite à gauche, pour se rapprocher de la paroi ventriculaire gauche, celle-ci, par suite de la contraction de ses fibres, se rapproche de la valve.

» La *valve gauche* ou *petite valve* reçoit des cordages de l'un et l'autre pilier..... La contraction des piliers exerce sur ces arcades la même action que sur celles de la valve droite et détermine le contact de la petite valve avec la paroi ventriculaire. Dans ce mouvement d'abaissement et de tension, le sang qui se trouvait entre ces dernières parties est refoulé de haut en bas et forcé de s'échapper par les fentes que laissent entre eux les cordages tendineux, pour gagner la partie centrale du ventricule.

» Il résulte de l'analyse à laquelle nous venons de nous livrer

(1) Pages 52 et suivantes.

que les deux valves de la mitrale, au moment de la systole ventriculaire, s'appliquent l'une sur l'autre et sur la paroi ventriculaire gauche dans la plus grande partie de leur étendue. Mais au voisinage de l'orifice auriculo-ventriculaire, lequel est compris entre les deux valves, elles s'écartent l'une de l'autre, *comme les deux faces d'un coin*, en laissant entre leurs bords correspondants un espace triangulaire par lequel le sang, comprimé pendant la systole, pourrait retourner dans l'oreillette, s'il ne rencontrait là deux petites languettes membraneuses accessoires, de forme triangulaire, qui sont interposées entre les valves principales, munies comme elles de cordages et fonctionnant de la même façon.

» Je ferai remarquer enfin que dans cette portion supérieure de la valvule où la grande valve reste écartée de la petite valve, elle correspond, par sa face supérieure et gauche, à l'orifice auriculo-ventriculaire et peut être soulevée plus ou moins par la pression du sang, de manière à présenter une convexité notable, un dôme, comme on l'a dit, au doigt qui explore les cavités du cœur par l'oreillette. Peut-être même les petites languettes intermédiaires sont-elles soulevées également, ce qui produirait jusqu'à un certain point le *dôme multiconcave* de M. Chauveau, mais la valve gauche de la mitrale, appliquée tout entière contre la paroi ventriculaire, ne peut en aucune circonstance contribuer à la formation de ce dôme. »

Voici maintenant les détails anatomiques et physiologiques qu'on trouve dans les *Recherches* (1) précédemment citées touchant l'orifice auriculo-ventriculaire droit :

« Les *muscles papillaires ou piliers* du ventricule droit, bien moins développés que ceux du ventricule gauche, présentent de grandes différences individuelles. Cependant, au milieu des variétés innombrables qu'on rencontre, on reconnaît qu'il existe toujours un *pilier antérieur*, naissant de la paroi antéro-externe du ventricule, au voisinage de l'angle antérieur, à peu près au niveau du milieu de la hauteur de la cavité..... De ce pilier par-

(1) Pages 56 et suivantes.

tent des cordages tendineux destinés aux deux valves externes de la tricuspide et à la petite languette intermédiaire.

» En arrière, près de l'angle postérieur et vers le tiers inférieur de cet angle, un ou plusieurs petits piliers, le plus souvent deux, qu'on peut appeler piliers postérieurs, naissent de la cloison ou plutôt du tissu caverneux qui occupe l'angle postérieur et le sommet du ventricule. Les cordages tendineux qui s'en détachent vont se rendre aux bords postérieurs de la valve postéro-externe et de la valve interne, ainsi qu'à la languette accessoire postérieure.

» La valvule tricuspide se compose de trois valves : l'une d'elles est interne » (celle que j'appelle dans ma théorie *portion interne ou postérieure*) « ou appliquée sur la cloison ; les deux autres sont externes, l'une antérieure, l'autre postérieure. Il y a, en outre, deux languettes valvulaires intermédiaires.

» La *valve interne* ou *de la cloison* est appliquée directement et étalée sur cette paroi par ses cordages tendineux. La contraction des piliers et, en général, la contraction des fibres musculaires qui font suite aux cordages tendineux, a indubitablement pour effet d'étaler cette valve et de l'appliquer étroitement sur la surface convexe et lisse que présente la cloison à ce niveau, en même temps qu'elle expulse le sang qui se trouve entre ces parties. Cette valve ne peut donc s'écarter beaucoup de la cloison. Elle ne sert point à l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire (1).

» La *valve externe et antérieure* » (*ma grande ou antérieure*) « est la plus considérable des trois ; c'est aussi la plus importante au point de vue fonctionnel. De forme irrégulièrement quadrilatère, elle reçoit par son bord antérieur un grand nombre de cordages divergents provenant d'un petit mamelon situé sur la cloison. De ces cordages divergents, le plus inférieur dirigé en bas et en arrière forme, en s'anastomosant avec le cordage le plus antérieur né du pilier antérieur, une arcade dont la concavité est dirigée en avant et un peu en bas, et qui représente le

(1) *Recherches sur l'anatomie du cœur*, etc.

bord libre de la valve. Cette arcade tendue à ses deux extrémités par des faisceaux musculaires s'applique intimement, au moment de la systole ventriculaire, sur la cloison qui est parfaitement lisse et régulière à ce niveau, de sorte qu'il ne reste entre ce bord et le septum aucun interstice permettant au sang de s'introduire sous la valve pour gagner l'orifice auriculo-ventriculaire et que l'occlusion est complète à ce niveau, c'est-à-dire en dehors et en avant (1).

» En dehors et en arrière l'occlusion est déterminée par la *valve externe et postérieure* » (ma portion *droite et postérieure*) « qui reçoit, en avant, du pilier antérieur, en arrière, des piliers postérieurs des cordages disposés comme ceux de la valve antérieure. Au sommet de cette valve, on observe une grande arcade qui résulte de l'anastomose des cordages et qui, sous l'influence de la traction opérée par les piliers, s'applique sur la convexité de la cloison. Mais au lieu de s'étaler et de se tendre, comme la grande arcade de la valve antérieure, il est probable que, chez l'homme du moins, cette grande arcade de la valve postérieure se plisse comme cela a lieu pour la valvule mitrale (2).

» En somme, l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire droit résulte de l'application intime des deux valves externes de la tricuspide sur la cloison recouverte par la valve interne, de la tension, par suite de la contraction des piliers musculaires, de l'arcade appartenant à la valve antérieure et du plissement du bord libre de la valve postérieure. Ici, comme dans le ventricule gauche, nous voyons une des valves, la valve interne, ne jouer qu'un rôle accessoire, puisqu'elle reste constamment appliquée sur la cloison (3). »

Il résulte de ce double exposé : 1° que l'orifice auriculo-ventriculaire gauche est fermé presque complétement *par la grande valve ou valve droite de la valvule mitrale qui, s'appliquant d'abord par son bord inférieur, puis par sa face interne sur la*

(1) *Recherches anatomiques*, etc., par Marc Sée (*Arch. médic. de Paris*, mai 1876, p. 529).

(2) *Recherches sur l'anatomie du cœur*, etc., p. 59 et suivantes.

(3) *Rrcherches anatomiques*, etc. (*Arch. méd.*).

valve gauche, laquelle reste accolée et tendue contre la paroi ventriculaire correspondante, forme ainsi *un rideau oblique qui s'étend de l'orifice aortique au bord gauche du cœur ;* 2° que l'orifice auriculo-ventriculaire droit est fermé également par un *rideau oblique formé de deux des valves de la tricuspide, et principalement de la plus grande, lesquelles s'appliquent d'abord par leurs bords inférieurs, puis par leurs faces internes, sur la troisième valve* qui reste tendue et appliquée sur la cloison, comme la valve gauche de la mitrale l'est sur la paroi ventriculaire qui lui correspond. Comme on le voit, toute la différence entre cette théorie et la mienne consiste donc en ceci que, selon M. Sée, la valve gauche de la mitrale et la valve interne de la tricuspide restent accolées aux parois ventriculaires qu'elles ne quittent jamais (si ce n'est un peu, sans doute, pendant la diastole), et que, selon moi, elles s'en détachent un peu, mais au début de la systole seulement, pour aller à la rencontre de leurs opposées et former ainsi, au lieu d'un seul plan, un double plan oblique dont l'une des faces se sépare très-peu de la paroi ventriculaire et n'a qu'une très-petite étendue, tandis que l'autre effectue presque entièrement, à elle seule, l'occlusion de l'orifice. En d'autres termes, pour M. Sée comme pour moi, les valvules de chaque orifice sont mises en mouvement par les piliers musculaires et finissent par se rencontrer. Mais, selon moi, tous les piliers concourent à ce même effet de rapprochement, et, pour M. Sée, il y a, à gauche et à droite, des muscles qui éloignent une valve de celles qui viennent à sa rencontre.

Pour le reste, il y a plus que de l'analogie, il y a identité. Car, si l'on étudie la description donnée par M. Sée, et si on la suit sur les figures qu'il a annexées au texte, on voit qu'elle s'applique exactement à l'exposé que j'ai fait avec des détails moins circonstanciés et des termes quelquefois différents.

Quant à décider si réellement la petite valve gauche et la petite valve droite quittent ou ne quittent pas la paroi ventriculaire, je répéterai ce que j'ai dit en commençant, que ces lames donnant attache à des tendons dont l'autre extrémité s'insère à des colonnes ou mamelons contractiles situés sur un plan plus rap-

proché qu'elles de l'axe longitudinal des ventricules, il me paraît inévitable qu'elles soient attirées vers ce plan et vers cet axe. J'ajouterai que, si réellement ces valves restent dans la diastole et dans la systole appliquées contre les parois ventriculaires, je n'aperçois pas de quelle utilité elles peuvent être, et qu'au contraire elles doivent apporter un impédiment à la fonction de la systole en permettant, au moins au début, le reflux du sang dans l'oreillette. Que si l'on objecte que, pendant la diastole, elles sont légèrement séparées de la paroi ventriculaire et que, précisément, l'action de leurs tendons est de les rapprocher de cette paroi pour chasser complétement le sang logé entre elles et la paroi, je répondrai que ce soulèvement des valvules pendant la diastole est bien loin d'être prouvé et que, s'il l'était, la tension qui les rapprocherait de la paroi aurait encore bien plus sûrement pour effet de permettre le retour du sang dans l'oreillette. Il en résulterait que, pour expulser une extrêmement minime quantité de sang perdue entre elle et la paroi (car M. Sée affirme à plusieurs reprises que cette valve ne peut guère s'écarter de la paroi correspondante), la valve laisserait une autre quantité de sang bien plus grande retourner dans l'oreillette qui vient de la chasser. L'énoncé seul de ce fait montre assez combien son existence est improbable.

Il est donc, selon moi, inadmissible qu'une des portions valvulaires reste constamment appliquée contre la paroi ventriculaire, c'est-à-dire ouvre ou maintienne ouvert au sang un passage que les autres portions s'efforcent au contraire de fermer.

Cette rencontre des valves en question avec la paroi a lieu en effet, mais ce n'est pas au début, c'est dans le cours de la systole et elle est suivie de l'application des autres parois ventriculaires contre les autres valves et de toutes les valves entre elles lorsque la systole est entièrement accomplie.

Mais ce ne sont là que des détails dans l'opération importante de l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires, et le fait essentiel est celui-ci : l'occlusion est active; elle s'effectue par le jeu des valvules qui, tendues et rapprochées, forment au-dessous des orifices auriculaires non pas un plan horizontal, ni un

cône creux, ni une bourse fermée, ni un dôme multiconcave, mais un plan ou rideau oblique sur lequel l'ondée sanguine glisse jusque dans l'orifice artériel qui en est comme la continuation.

Ce n'est donc pas sans raison que j'ai pu dire qu'il y a entre la théorie de M. Sée et la mienne une sensible analogie, et j'ai le droit de m'étonner que M. Sée ait écrit que « les idées de M. Surmay s'éloignent peu de celles de Parchappe » (1).

Aussi, frappé de cette analogie, je crus devoir la signaler dans une Note que mon savant maître et ami, le docteur Noël Gueneau de Mussy, voulut bien déposer en mon nom sur le bureau de l'Académie de médecine, le 21 avril 1874, et dans laquelle je m'exprimais ainsi :

« Dans la séance du 24 mars 1874, M. Marc Sée lut devant l'Académie de médecine une *Note sur les piliers du cœur et sur le mode de fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires*, dont les propositions principales se rapprochent tellement de celles que j'ai moi-même exposées dans un travail publié dans la *Gazette médicale*, en 1852, qu'il me semble à propos de rappeler ces dernières que je considérais comme nouvelles. Je le ferai avec d'autant plus de confiance que l'opinion que je hasardais alors trouve aujourd'hui dans celle de M. Sée une confirmation et un appui dont je sens toute l'importance. C'est une bonne fortune que je ne dois pas laisser échapper, et j'ai l'espoir que M. Sée voudra bien ne voir dans mon intervention que l'heureuse rencontre de deux hommes qui cherchent la vérité et qui s'entr'aident pour la saisir. »

C'est à ces paroles qne M. Sée répondit par la lettre que voici, adressée à l'Académie, le 28 avril suivant :

« Monsieur le Président,

» Dans une note présentée à l'Académie il y a huit jours, M. le docteur Surmay dit avoir développé, en 1852, sur le jeu et le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires, des idées *très-analogues* à celles que j'ai exposées dans la séance du 24 mars

(1) *Recherches sur l'anatomie et la physiologie du cœur*, p. 23.

dernier. Je proteste contre cette affirmation. La théorie de M. Surmay non-seulement diffère très-notablement de la mienne, mais encore, sur plusieurs points essentiels, lui est diamétralement opposée. C'est ainsi que M. Surmay avance que, sous l'influence de la contraction des piliers, *les tendons qui vont à la lame ventriculaire (de la mitrale) ont pour effet de séparer de la paroi ventriculaire la lame valvulaire qui s'y était appliquée pendant le passage du sang à travers l'orifice auriculo-ventriculaire.* Je soutiens, au contraire, que l'effet de la contraction des piliers est *d'appliquer intimement cette valve contre la paroi du ventricule.* Les autres analogies des deux théories sont à peu près du même genre.

» Veuillez agréer, etc. SÉE. »

On a pu juger par ce qui précède de la valeur de cette protestation et surtout de l'affirmation qui la termine si lestement.

M. Sée lui-même paraît, après réflexion, ne s'être pas senti suffisamment affermi ; car voici qu'au mois de mai dernier il vient pour la troisième fois de donner au monde savant l'explication de ses idées sous la forme d'un mémoire qui n'est que le résumé du précédent. Dans cette nouvelle publication, l'auteur s'est absolument abstenu de faire la moindre allusion à notre litige, ce qui n'est pas blâmable, mais il n'a pas fait la plus petite mention d'une théorie qui est au moins voisine de la sienne, ce qui ne peut être loué, puisqu'il connaissait bien cette théorie et qu'il ne manque pas de citer et de réfuter toutes les autres qui s'éloignent de sa propre manière de voir.

Il m'a semblé que je devais réparer cette omission, et je l'ai fait dans une lettre insérée dans le numéro de juin dernier des *Archives générales de médecine.*

Dans cette lettre, après avoir exposé le sommaire des données anatomiques et physiologiques dont nos théories sont la déduction, je poursuis ainsi :

« Telle est la démonstration donnée par M. Sée et l'on n'a pas manqué de voir combien elle a d'analogie avec la mienne.

» Les noms donnés par M. Sée aux portions de la valvule tri-

cuspide comme à celles de la valvule mitrale ne sont pas ceux que j'ai adoptés dans ma description ; mais il est évident que nous avons décrit les mêmes choses.

» Nous sommes d'accord pour affirmer que, pour les deux orifices auriculo-ventriculaires, l'occlusion se fait presque complétement par le jeu d'une seule des lames valvulaires et que les autres ne sont que des auxiliaires.

» Nous sommes d'accord aussi pour dire que chaque orifice est fermé par un *rideau oblique* (Sée) ou un *plan incliné* (Surmay), sur lequel glisse l'ondée sanguine pour pénétrer dans l'orifice artériel.

» Seulement, afin de rester dans l'exactitude anatomique, j'ajoute qu'il serait mieux de dire « double plan incliné », mais en faisant remarquer que la petite portion de ce double plan ne se sépare presque pas de la paroi ventriculaire, et que l'occlusion est accomplie presque entièrement par la grande portion.

» En m'exprimant ainsi, m'éloignerais-je beaucoup de l'opinion de M. Sée? Mon honorable confrère ne justifie-t-il pas lui-même ma manière de voir quand il dit que les deux valves de la valvule mitrale s'écartent légèrement l'une de l'autre, *comme les deux faces d'un coin*, et le *dôme multiconcave* de M. Chauveau ne résulterait-il pas justement de la formation de mon double plan incliné ?

» M. Sée dit aussi que le rideau occlusif vient s'appuyer contre la paroi ventriculaire opposée qui en augmente la solidité et en perfectionne l'opération par le rapprochement et l'engrénement des piliers musculaires et des cordages tendineux. Je suis tout prêt à concéder cela comme bien d'autres détails anatomiques que M. Sée a magistralement exposés et à l'exactitude desquels je rends entière justice. Mais cela ne change rien au fond des choses et je crois pouvoir dire que la théorie de M. Sée et la mienne sont absolument identiques dans leurs traits essentiels, et ces traits les voici :

» *L'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires est active ; elle se fait à droite et à gauche par la tension des valvules qui forment au-dessous de chaque orifice un plan incliné sur lequel*

glisse l'ondée sanguine qui passe ainsi directement et facilement du ventricule dans l'orifice artériel.

» Pour ce qui est des conséquences cliniques de notre théorie, M. Sée y trouve l'explication du souffle accompagnant le premier bruit du cœur, ayant son maximum à la pointe et qu'il pense caractériser l'insuffisance auriculo-ventriculaire. Ma conclusion est tout opposée. Je pense, au contraire, que la disposition et le jeu des valvules ainsi que le reste du mécanisme du cœur rend, d'une part, difficile et rare l'insuffisance auriculo-ventriculaire, et, d'autre part, explique que le souffle, selon moi, caractéristique du rétrécissement auriculo-ventriculaire, se fasse presque toujours entendre sensiblement en même temps que le premier bruit du cœur. On trouvera sur ce point tous les développements que j'ai exposés dans mes *Recherches* de 1852.

» Il résulte donc de tout ce qui précède que les travaux de M. Sée ont confirmé mes études antérieures aux siennes et l'ont conduit à des résultats pareils à ceux que j'ai obtenus et publiés il y a vingt-quatre ans.

» Pourquoi M. Sée, qui a cité les auteurs des deux mondes dont les opinions s'éloignent de la sienne, a-t-il passé sous silence une théorie qui se rapproche tellement de celle qu'il présente, qu'on peut dire que l'une n'est que la réédition de l'autre ? (1) »

M. Sée ayant répondu qu'il avait « exposé tout ce qu'il croyait avoir à dire contre ma revendication » dans la lettre qu'il avait adressée à l'Académie et qu'il « laissait le public juge de notre différend », j'ai fait le présent travail afin que le public puisse juger en toute connaissance de cause, bien assuré qu'il saura comme il convient remettre chacun et chaque chose à sa place.

Il me reste à parler de la théorie de M. Onimus qui forme la deuxième classe des théories appliquées à l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires.

Comme M. Colin et comme M. Sée, mais d'une manière peut-être plus accentuée, M. Onimus (2) admet que pendant la diastole les val-

(1) *Archives de médecine*, numéro de juin 1876.

(2) *Études critiques et expérimentales sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires*, par E. Onimus. Paris, 1865.

vules sont flottantes dans la cavité ventriculaire ; mais, à l'encontre des auteurs que je viens de nommer, il voit bien que la contraction des muscles papillaires aura nécessairement pour effet d'écarter ces valvules les unes des autres et d'agrandir ainsi, ou tout au moins de maintenir béants, les orifices auriculo-ventriculaires et, par conséquent, de rendre inévitable le retour du sang dans les oreillettes. Aussi ne donne-t-il pas à ces valvules pour fonction de fermer les orifices auriculo-ventriculaires. Cette fonction de première importance appartient, selon lui, à un anneau musculaire, un véritale sphincter, qui circonscrit ces orifices et qui, se resserrant énergiquement au moment de la systole, les efface complétement et empêche absolument le reflux du sang dans les cavités d'où il vient d'être chassé. Quant aux valvules, elles sont fortement tendues, attirées, puis appliquées contre les parois ventriculaires, et elles expulsent ainsi le sang qui, pendant la diastole, s'était logé entre ces parois et les membranes valvulaires.

La réfutation de cette théorie se trouve dans tous les développements qui précèdent et desquels il résulte que les valvules ne sont pas flottantes pendant la diastole et que c'est au moment même de la systole qu'elles sont détachées des parois ventriculaires par la contraction des muscles valvulaires.

Quant au resserrement actif des orifices auriculo-ventriculaires, nous ne le nions pas d'une manière absolue. Son intervention est même formellement admise, mais dans des limites restreintes, par plusieurs auteurs tels que Parchappe, Chauveau et Faivre, etc. ; mais on ne reconnaît pas l'existence du puissant sphincter admis par M. Onimus, et on ne voit dans la contractilité des anneaux auriculo-ventriculaires, si réellement elle existe, qu'un auxiliaire de l'opération de l'occlusion de ces orifices. L'agent principal se trouve dans les valvules et les muscles qui les mettent en mouvement et il suffit de considérer attentivement la disposition de ces organes pour voir que le rôle qui leur est assigné dans ma théorie concourt bien plus puissamment à l'évacuation des cavités ventriculaires que celui que leur prête M. Onimus.

Arrivé à la fin de ce travail, je puis dire, si je ne m'abuse, que la théorie que j'ai proposée est sortie de l'examen critique auquel je viens de me livrer plutôt fortifiée qu'ébranlée. Comme, d'une part, elle me paraît en conformité parfaite avec l'anatomie et que, d'autre part, elle s'adapte exactement et complétement à son objet, je m'y tiens attaché.

Pour en résumer l'expression, je la formulerai dans les propositions suivantes que je reproduis ici en manière de conclusions :

L'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires est active ; elle se fait à droite et à gauche par la tension des valvules qui forment au-dessous de chaque orifice un plan incliné sur lequel glisse l'ondée sanguine qui passe ainsi directement et facilement du ventricule dans l'orifice artériel.

Les valvules sont pour les orifices auriculo-ventriculaires des instruments d'occlusion, pour l'ondée sanguine des instruments de transmission et de direction, pour les cavités auriculaires des instruments de protection, et ces instruments sont mis en jeu par les muscles valvulaires.

ÉTUDES

SUR

L'EMBRYOGÉNIE DES ÉPHÉMÈRES

NOTAMMENT

CHEZ LA *PALINGENIA VIRGO*

Par le Dr N. JOLY

Professeur à la Faculté des sciences de Toulouse, Correspondant de l'Institut.

A l'exception du mémoire de Luigi Calori, *Sulla generazione vivipara della Chloë diptera* L. (1), il n'existe, à ma connaissance, aucun travail relatif à l'embryogénie des *Ephémères*. On peut même dire que tous les actes qui concernent la reproduction de ces insectes sont enveloppés d'un voile mystérieux. Leur accouplement a été diversement décrit par les auteurs qui s'en sont occupés ; Swammerdam nie même qu'il ait jamais lieu, et il pense que les œufs sont fécondés par la *liqueur* du mâle à la manière de ceux des poissons (2). Erreur manifeste, puisque des œufs de *P. virgo* recueillis par nous, immédiatement après la ponte, sur les dalles des quais qui bordent la Garonne, à Toulouse, se sont développés jusqu'à éclosion dans de petits lacs artificiels (3), où très-certainement aucun mâle n'était venu leur donner le baptême séminal.

Réaumur prétend avoir été plusieurs fois témoin de l'accouplement des Éphémères, mais les quelques mots qu'il en dit prouvent qu'il ne l'a pas suffisamment observé (4). De Geer est

(1) L. Calori, *Sulla generazione*, etc., dans *Nuovi Annali delle scienze naturali*, série 3, t. IX. Bologne, 1848.

(2) « Tum igitur Fœmella, more Piscium, sua excutit ovula, quæ deinde a Masculo, qui itidem prius ex aquis evolat, et postmodum teneram adhuc pelliculam in terra exuit, spermate vel lactibus super effusis fœcundantur. » (Swammerdam, *Biblia naturæ*, t. I, p. 235. Leyde, MDCCXXXVII).

(3) Petites cuvettes rectangulaires en porcelaine et à fond plat, semblables à celles dont les photographes se servent pour laver leurs épreuves daguerriennes.

(4) Réaumur, *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*, t. VI, p. 500. Paris, 1742.

plus explicite ; mais sa description est encore assez vague pour laisser subsister bien des doutes dans l'esprit du lecteur (1). F.-J. Pictet, auteur d'une splendide monographie de la famille des *Éphémérines*, passe presque complétement sous silence cet acte important, probablement parce qu'il ne l'a jamais vu.

Nous n'avons pas été plus heureux que le savant professeur de Genève.

L. Calori dit aussi n'avoir jamais pu observer l'accouplement des *Chloë diptera*.

Plus favorisé que ses devanciers, Eaton, dans sa *Monographie des Éphémérines*, nous a dépeint, en témoin occulaire, les amours aériennes des insectes dont nous nous occupons. Suivant lui, le mâle saisit la femelle avec ses forceps abdominaux, l'oblige à céder à ses désirs et féconde ses œufs à la manière accoutumée (2). Les œufs des divers genres d'Éphémères ne sont guère mieux connus que leur mode d'accouplement. Mais nous avons bien vu et souvent dessiné ceux de *Palingenia virgo*.

Au moment de la ponte, la femelle les fait sortir de ses oviductes, sous la forme de deux grappes ou masses allongées, accolées parallèlement l'une à l'autre, et renfermant chacune, au dire de Réaumur, environ 350 à 400 œufs, 700 à 800, en tout, pour une seule femelle (3). La longueur de ces grappes est de $0^m,009$; leur diamètre transversal n'atteint pas $0^m,005$.

La femelle laisse tomber ses œufs un peu partout, et en condamne ainsi un grand nombre à périr. Mais, le plus souvent, elle se balance pendant un certain temps au-dessus de la surface des eaux à courant peu rapide ; et elle y dépose ses grappes ovigères. A peine celles-ci ont-elles subi le contact du liquide, qu'elles se désagrégent, et, dès lors, les œufs qui les composaient tombent isolément sur le fond plus ou moins vaseux et plus ou moins garni de cailloux formant le lit de la rivière. Là ils repo-

(1) De Geer, *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*, t. II, 2e partie, p. 642. Stockholm, 1771.

(2) *A Monography of the Ephemeridæ*, by the Rev. A.-E. Eaton.

(3) Nous croyons que Réaumur a un peu exagéré le nombre des œufs ; nous n'en avons compté généralement que 250 à 260 dans chacune des deux masses ovigères.

sent à la surface du limon, ou bien ils adhèrent fortement aux cailloux au moyen d'un vernis spécial, et ils en tapissent la surface comme le feraient des grains du sable le plus fin. C'est ainsi du moins qu'ils se comportaient dans les petites cuvettes en porcelaine où nous renfermions ceux dont nous voulions étudier le développement embryonnaire (1).

En renouvelant fréquemment (2) l'eau de mes lacs en miniature, en ayant soin de les soustraire à une température trop élevée en été, ou trop basse en hiver, nous avons pu étudier (ce qui n'avait point encore été fait avant nous) et les diverses phases de l'évolution de l'œuf, et la durée de l'incubation de cet œuf dans l'état de captivité.

Examiné séparément, il ressemble à un petit grain de sable demi-transparent, d'un blanc jaunâtre, de forme ovoïde, dont le petit bout serait surmonté d'une sorte de calotte ou de chapiteau de couleur brune, de consistance spongieuse, et constituée par un grand nombre de tubes ou cellules concentriquement disposées, au milieu desquelles j'ai cru apercevoir le micropyle.

La coque est assez dure, adhère à la calotte spongieuse, et résiste longtemps à l'action décomposante de l'eau, même après l'éclosion.

Le vitellus se compose, comme à l'ordinaire d'une foule de granulations et de gouttes huileuses, destinées soit à la formation des organes, soit à la nutrition du jeune individu. Le diamètre de l'œuf ne dépasse pas 1/4 de millim. C'est toujours vers le gros bout de cet œuf que commence son développement : c'est là que les globules vitellins se transforment d'abord en un blastoderme finement granuleux. A cet endroit, l'œuf devient plus transparent, et du cinquième au sixième jour de l'incubation, l'on aperçoit vaguement la partie qui deviendra la tête. Celle-ci se détache sous la forme d'un croissant, sur le fond obscur du vitellus, puis, peu de jours après, au pôle opposé de l'œuf, se dessine l'abdomen, dont la segmentation précède de

(1) Les œufs adhèrent si bien au fond de ces cuvettes, que nous pouvions laver celles-ci à grande eau sans les en détacher.

(2) Au moins une fois toutes les vingt-quatre heures.

beaucoup celle du thorax et commence toujours par son extrémité sétigère. Les soies caudales elles-mêmes apparaissent de bonne heure. Je les vois bien formées sur des embryons âgés d'une quinzaine de jours.

D'abord on n'aperçoit dans la masse blastodermique qui représente la tête, ni yeux, ni bouche, ni antennes. Mais dès que les yeux ont apparu sous forme de taches noires composées de fins granules de même couleur, et même un peu avant cette époque, on voit surgir, sur les parties latérales de la tête, deux paires de tubercules ou appendices représentant les mandibules et les mâchoires. Le labre et la lèvre inférieure se montreront beaucoup plus tard.

Les antennes ressemblent d'abord à deux grosses tiges coniques, obscurément tri ou quadricurticulées, dont l'extrémité libre est dirigée vers la partie caudale.

Les pattes se montrent sous une forme analogue, et se replient contre le thorax au fur et à mesure qu'elles grandissent. Leurs articulations sont d'abord très-peu distinctes ; mais elles ne tardent pas à le devenir, et l'on y distingue alors toutes les parties qui, chez l'adulte, composent ces appendices locomoteurs.

L'abdomen, qui croît de plus en plus en longueur, laisse voir petit à petit les neuf segments dont il est pourvu au moment de l'éclosion ; mais il est replié en forme d'arc au-devant du thorax et de la masse céphalique, qu'il finit par masquer en partie. Les soies caudales naissent de bonne heure, avons-nous dit, sur le dernier anneau abdominal (le premier dans l'ordre de formation), mais comme les autres appendices (*antennes, mandibules et maxilles, pattes*), elles sont, dans le principe, dépourvues de toute segmentation et, qui plus est, de toute villosité.

Pendant tout le temps que l'animal reste dans l'œuf, on ne voit chez lui aucun organe interne complétement achevé. L'intestin lui-même n'est indiqué que par une masse allongée de gouttelettes huileuses, et de granules vitellins, occupant l'axe du corps, et destinée à être englobée par la membrane intestinale, dont les portions antérieure et postérieure sont déjà formées.

Dans ses observations sur le développement des Annélides (1), M. Milne Edwards a constaté ce même développement tardif de la portion intermédiaire du tube digestif chez ces invertébrés. Inutile de dire que le vitellus devient de moins en moins abondant au fur et à mesure que le corps et ses appendices se développent ; comme chez tous les insectes, c'est la région dorsale qui est la dernière à se former.

Notez que pendant très-longtemps (environ deux mois), toutes les parties du corps, mais surtout la partie céphalique, sont d'une si faible consistance, qu'elles diffluent à la manière du sarcode, si l'on extrait l'embryon de l'œuf et qu'on le plonge dans l'eau.

Au moment de l'éclosion, la jeune larve de *P. virgo* est encore dépourvue de plusieurs organes qui sembleraient indispensables à la vie, et dont l'apparition tardive a lieu de nous surprendre. Ainsi, elle ne possède d'abord ni système nerveux ou musculaire visible, ni appareil circulatoire, ni organes spéciaux pour la reproduction, ni tube digestif complet. Sa bouche est moins bien armée, et ses pattes sont moins velues que chez la larve adulte. Ses antennes et ses soies caudales n'ont ni le même nombre d'articles, ni la villosité qu'elles acquerront plus tard ; en un mot, comparée à ce qu'elle doit être peu de temps avant la nymphose, elle est, on peut le dire, un animal très-incomplet (2)

(1) Voyez *Ann. des sciences naturelles*, 3e série, t. III, p. 145. 1845.

(2) Notons ici que l'étude des métamorphoses chez la *Caridina Desmarestii* nous a offert des faits entièrement analogues à ceux que nous venons de décrire chez la jeune larve de *P. virgo* (voy. *Ann. des sciences naturelles*, 2e série, t. XIX, p. 34. Année 1844).

Il existe même, dans la vie tout aquatique de notre petite salicoque toulousaine, un moment où elle ressemble entièrement, et par sa structure buccale, et par le nombre de ses organes locomoteurs, à un insecte broyeur hexapode, bien qu'elle appartienne, comme on sait, à l'ordre des Crustacés décapodes. L'analogie entre les Éphémères et les Crustacés devient plus frappante encore, si l'on se rappelle la forme insolite de ce prétendu Crustacé auquel Latreille a donné le nom de *Prosopistoma*, et qui n'est rien autre chose qu'un véritable insecte, appartenant, selon toute probabilité, à la famille des Éphémérines.

Consultez à cet égard :

1° N. et Em. Joly, *Étude sur le prétendu Crustacé au sujet duquel Latreille a*

Sous ce premier état, la *P. virgo* rappelle donc l'état permanent des *Nemoura trifasciata* et *variegata*, comme elle entièrement dépourvues de branchies trachéennes.

Un peu plus tard (vers le huitième ou dixième jour après l'éclosion), les branchies apparaissent sous la forme de cæcums tubuleux placés dans l'angle postérieur des six premiers anneaux de l'abdomen, et doués d'une transparence cristalline, comme l'est, du reste, celle du corps tout entier. Sa longueur, alors, ne dépasse pas 1 millimètre et demi. Quelques jours après, les branchies tubuleuses se sont transformées en une double membrane aplatie, allongée, comme pectinée à son extrémité libre. Un peu plus tard encore, cette membrane s'élargit, le nombre de ses dentelures augmente et l'on aperçoit entre ses deux lames de très-fines trachées.

Deux mois de plus ne sont pas écoulés, que les tubes ou cæcums branchiaux primitifs sont devenus des branchies lamelleuses, lancéolées, frangées sur les bords de cæcums ou poils tubuleux, et laissant voir, grâce à leur transparence parfaite, le tronc axal trachéen qui se relie avec un tronc plus considérable, lequel longe l'un des deux côtés de l'abdomen et se réunit à son congénère de l'autre côté, par des branches transversales. Quant au tronc axal lui-même, il se ramifie déjà dans la double membrane branchiale devenue tout à la fois un organe de respiration active et une rame puissante qui, avec le concours de cinq paires d'avirons semblables à ceux du premier anneau de l'abdomen, constituent autant d'organes locomoteurs que l'animal agite sans cesse et qui le font avancer comme la galère antique dont Maraldi lui a donné le nom.

Avec l'apparition des cæcums branchiaux coïncide celle des globules sanguins, que l'on voit circuler, ou plutôt osciller dans le vaisseau dorsal, alors très-difficile à distinguer.

créé le genre PROSOPISTOMA, *et qui n'est autre chose qu'un véritable insecte hexapode* (*Ann. sc. nat.*, septembre 1872. Article n° 7, t. XV).

2° N. et Em. Joly, *Nouvelles recherches tendant à établir que le prétendu Crustacé décrit par Latreille sous le nom de* PROSOPISTOMA, *est un véritable insecte de la tribu des* EPHÉMÉRINES (*Revue des sciences naturelles*, t. IV. Juin 1875).

3° Em. Joly, *Sur le* PROSOPISTOMA (*Feuille des jeunes naturalistes*. 1er mars 1876).

Mais huit ou dix jours après, la larve de *P. virgo* est indubitablement pourvue d'un cœur, dont les contractions sont très-visibles à l'aide du microscope. La vraie circulation est établie, et l'on voit les globules sanguins cheminer plus ou moins rapidement le long des parties latérales du corps et d'avant en arrière, pour rentrer dans le vaisseau dorsal, lequel doit les emporter à son tour dans le sens opposé, c'est-à-dire d'arrière en avant. Mais sur les jeunes larves nées dans mon laboratoire, et âgées déjà de cinq mois, je n'ai jamais pu voir aucune trace de circulation sanguine, ni dans les pattes, ni dans les soies caudales, ni même dans les branchies. Nul doute cependant que le sang ne pénètre même jusqu'à l'extrémité des pattes, et fort loin dans les soies caudales, chez la larve presque adulte de la *Chloë diptera*, ainsi que je m'en suis récemment assuré par l'inspection microscopique, ayant en même temps sous les yeux les deux beaux Mémoires de Carus (1) et de Verloren (2), qui représentent si fidèlement la circulation sanguine chez l'insecte dont il s'agit.

Parvenues au sixième mois de leur existence hors de l'œuf, mes larves de *P. virgo* avaient considérablement grandi (3). L'une d'elles, examinée le 5 septembre 1872, n'avait pas moins de $0^{m},012$, non compris les soies caudales; une de ses sœurs, examinée le 27 juillet de la même année, n'avait que $0^{m},007$ de longueur. Chez les individus dont la taille atteignait 11 à 12 millimètres, les fausses branchies, alors formées de deux doubles lamelles transparentes et élégamment frangées sur les bords, s'étaient beaucoup accrues, dans tous les sens, et chacune de leurs deux lamelles composantes était parcourue dans son milieu par une branche trachéenne, émanée du tronc principal bifur-

(1) C.-G. Carus, *Entdeckung eines Æinfachen vom Herzen aus beschleunigten Blutkreislaufes in den Larven netzflüglicher Insecten*. Leipzig, 1827.

(2) M. Verloren, *Sur la circulation dans les insectes*. Mémoire couronné par l'Académie des sciences d'Utrecht, le 7 mai 1844.

(3) Je m'étais borné à leur donner pour toute nourriture un peu de limon de la Garonne, qui formait une couche d'à peu près un 1/2 centimètre d'épaisseur dans la cuvette qui leur servait de prison. Il est pour moi hors de doute que cette nourriture leur convient, puisqu'elles se sont accrues et que je les ai vues plusieurs fois rendre leurs excréments sous la forme de petits cylindres entièrement composés de limon dépouillé des parties organiques qu'il pouvait contenir auparavant.

qué. De chacune des bifurcations partaient des rameaux plus petits, subdivisés eux-mêmes en très-fins ramuscules.

La jeune larve âgée de six mois, et dont la taille atteint 7 à 8 millimètres, est donc pourvue d'un appareil respiratoire et d'un appareil circulatoire qu'elle gardera pendant toute sa vie aquatique. Sa bouche, moins bien armée qu'elle ne le sera plus tard, se compose néanmoins de tous les organes qu'on observe à un âge plus avancé, savoir :

1° Un labre quadrangulaire échancré en avant et sur ses bords latéraux.

2° Une paire de mandibules, en forme de crochets robustes et velus faisant saillie en avant du labre, et portant, à leur base, une pièce dentelée, que Réaumur compare à une demi-molette d'éperons, et que nous comparerions plus justement, croyons-nous, à une herse ou à un râteau muni de quatre ou cinq dents coniques et recourbées.

3° Une paire de maxilles, ou mâchoires, en forme de brosse, convexes extérieurement, et garnies, sur leur côté interne, d'un grand nombre de poils roides qui, en s'entre-croisant lors du rapprochement latéral des mâchoires, constituent une espèce de crible, à travers lequel l'insecte tamise la terre qui contient l'aliment, à peu près comme la baleine (s'il est permis de comparer les colosses aux pygmées les plus réduits), tamise l'eau qui renferme les myriades de petits mollusques, d'acalephes, etc., dont elle fait sa proie habituelle. Les brosses dont il s'agit sont fixées sur un long pédicule portant à sa base un palpe dentelé au sommet, et triarticulé.

4° Enfin, une lèvre inférieure quadrifide munie de deux gros palpes triarticulés.

La jeune larve âgée de six mois et dont la taille atteint alors 7 à 8 millimètres, est, dès ce moment, pourvue d'un appareil respiratoire qu'elle gardera pendant toute sa vie aquatique. Peu de changements s'opèrent en elle jusqu'au moment de la nymphose; mais ceux qu'elle a déjà subis nous autorisent à dire qu'elle nous offre un exemple frappant d'*hypermétamorphose*, analogue à ceux que nous avons signalés, il y a déjà longtemps,

chez les larves d'ŒSTRIDES (*Œstrus equi*) (1), chez la *Caridina Desmarestii* (2), et, plus récemment encore, chez ce joli poisson chinois (le *Macropode paradisier*), dont M. Carbonnier a fait connaître les mœurs à tant d'égards intéressantes (3).

Il y a en effet, dans la vie extérieure et aquatique du *P. virgo*, et très-probablement dans celle des Éphémères, en général, un moment où l'insecte respire uniquement par la peau ; où le cœur et la circulation n'existent pas ; où le tube digestif, bien que les organes buccaux sont formés, est encore presque uniquement rempli par les globules vitellins au milieu desquels il a pris naissance. Les branchies apparaissent ensuite sous la forme de cæcums tubuleux, suspendus aux angles postérieurs des six premiers segments abdominaux. Puis, en se compliquant de plus en plus, elles prennent la forme d'une double lamelle aplatie, d'abord simplement dentelée, ensuite garnie sur les bords de cils tubuleux parcourus par un gros tronc et de fins ramuscules trachéens, et offrent, en définitive, l'aspect d'une double feuille lancéolée.

Les observations de Luigi Calori, tout incomplètes qu'elles sont, de l'aveu même de leur auteur, et les dessins qui accompagnent son *Mémoire*, nous portent à penser que la *Chloë diptera*, peut-être même toutes les espèces d'*Éphémérines*, subissent une *hypermétamorphose* semblable à celle que nous venons de décrire chez le *P. virgo*.

Tel est un des principaux résultats de nos patientes études sur l'embryogénie de cet insecte, résultat déjà en partie consi-

(1) Voyez nos *Recherches zoologiques, anatomiques, physiologiques et médicales sur les Œstrides, et principalement sur les Œstres qui attaquent l'homme, le cheval, le bœuf et le mouton* ; dans les *Mém. de la Soc. d'agriculture, des sciences et arts utiles de Lyon*. 1846, grand in-4° de 150 pages, avec 8 planches lithographiées par l'auteur.

(2) N. Joly, *Études sur les mœurs, le développement et les métamorphoses d'une petite salicoque d'eau douce* (*Caridina Desmarestii*), suivies de quelques réflexions sur les métamorphoses des Crustacés décapodes en général ; dans les *Ann. des sc. nat.* 2e série, t. XIX, p. 34. Année 1844.

(3) N. Joly, *Études sur les mœurs, le développement et les métamorphoses d'un petit poisson chinois du genre* MACROPODE (*Mém. de l'Acad. des sciences, inscript. et belles-lettres de Toulouse*, année 1873, p. 312 ; et *Revue des sciences naturelles*, t. I, p. 445, année 1872).

gné par nous dans les *Annales des sciences naturelles*, 5e série, t. XV, article x, année 1871-72 et dans les *Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse*, pour l'année 1871.

Un autre fait que nous avons parfaitement constaté, et qui a bien son importance, c'est la durée précise de l'incubation pour l'œuf de *P. virgo*. A force de soins et de patience, je suis parvenu à m'assurer que le temps nécessaire à l'éclosion de cet œuf est de six mois, au moins, et de sept mois au plus, la précocité plus ou moins grande de l'éclosion dépendant beaucoup de la température (1).

Aucun des naturalistes qui m'ont précédé n'avait pu, je crois, faire éclore en captivité les œufs de *P. virgo*. Swammerdam lui-même ne serait donc plus en droit de répéter aujourd'hui ce qu'il disait au moment où il écrivait son admirable Mémoire sur les *Éphémères*, à savoir, que la durée de l'*incubation de leurs œufs était une chose très-difficile à dire et connue de Dieu seul* (2).

Enfin après les observations et les expériences que j'ai faites pendant plusieurs années consécutives (de 1862 à 1874), l'illustre auteur des *Biblia naturæ* ne serait plus autorisé à soutenir que les larves d'*Éphémères*, à leur sortie de l'œuf, ne *diffèrent des larves adultes, ni quant à leur forme, ni quant à leur organisation* (3).

(1) Du reste, la différence entre les deux termes extrêmes est ici moins grande qu'elle ne l'est pour la durée de l'incubation des œufs provenant des Axolotls du Mexique. Ceux qui sont pondus en hiver n'éclosent qu'au bout de trente ou trente-cinq jours ; les œufs pondus en été n'exigent que quatorze et même douze jours pour leur éclosion. Voyez dans la *Revue des sciences naturelles*, année 1872, notre travail intitulé : *Étude sur les métamorphoses des Axolotls du Mexique ; développement et rotation de leur embryon dans l'œuf*.

(2) « Quamdiu autem hoc ovulum in fundo fluminis delitescat, et quot demum dierum intervullo tenelli inclusi vermiculi membra idonea fiant tunicæ, qua ambiuntur perrumpendæ, primis que suis exuviis deponendis, dictu sanè quam difficillimum est, nec nisi soli Deo notum, iis qui formam vitamque dedit. » (*Biblia naturæ*, t. I, p. 236).

(3) « Silicet si, aliquo post descensum ovulorum tempore, loca illa, in quibus Ephemeri Vermes in argilla delitescunt eruuntur, insignis tum minimorum vermiculorum, sex pedibus præditorum, numerus animadvertitur, qui a vermibus adultioribus nec figura, nec fabrica discrepant. » (*Swammerdam, op. cit*, p. 236).

RECHERCHES

SUR

L'ORIGINE RÉELLE DES NERFS CRANIENS

Par le Dr Mathias DUVAL

INTRODUCTION. — MODE DE PRÉPARATION.

L'étude de la structure et de la texture intime des centres nerveux est, depuis un certain nombre d'années, l'objet de patients efforts de la part d'un grand nombre d'anatomistes, et l'on conçoit assez l'intérêt de ces recherches microscopiques eu égard aux données qu'elles sont appelées à fournir à la physiologie et à la clinique. Vivement intéressé par ces études, nous avons réuni depuis quelques années des matériaux destinés à nous permettre de fournir un jour notre modeste apport à la construction de l'édifice anatomique dont on ne saurait espérer de voir si tôt l'achèvement. Un certain nombre de nos préparations ont déjà paru suffisantes à M. le professeur Sappey pour lui permettre de suivre les cordons de la moelle à travers le bulbe et la protubérance et élucider la question de l'entre-croisement des divers faisceaux qui composent l'axe cérébro-spinal (1).

Dans les études qui vont suivre, nous nous attacherons tout d'abord à déterminer la situation exacte et les rapports des amas de cellules nerveuses (noyaux des nerfs), qui sont le point de départ des faisceaux nerveux radiculaires. Nous commencerons par les nerfs crâniens, et notamment par les *nerfs crâniens moteurs*, parce que leurs noyaux présentent un mode de configuration très-nettement défini, dont l'étude nous permettra d'aborder plus facilement ensuite celle des nerfs rachidiens.

(1) Voy. Sappey, *Traité d'Anatomie*. 3e édition, vol. III (sous presse). — Sappey et Duval, *Trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle* (*Compt. rend. Acad. des sciences*. 17 janvier 1876, et ci-dessus, page 437).

Nos études ont porté sur le bulbe et la protubérance de l'homme, du chien, du chat, du lapin, du rat et de quelques autres animaux, dont il est également facile de se procurer l'encéphale. Nous avons eu particulièrement à nous louer de l'étude du cerveau du chat, dont les parties présentent des dispositions plus tranchées : elles seront souvent le point de départ de nos descriptions, mais nous aboutirons toujours à celle des masses nerveuses de l'homme, lesquelles doivent être le but essentiel de ces recherches.

Les centres nerveux sur lesquels nous avons pratiqué des coupes microscopiques ont toujours été durcis par le bichromate de potasse et par l'acide chromique : des fragments, comprenant tout le bulbe ou toute la protubérance, étaient placés, immédiatement après leur extraction, dans la liqueur de Müller (bichromate de potasse : 25 ; eau : 1000) ; le liquide était renouvelé au bout de vingt-quatre heures, puis au bout de trois ou quatre jours. Après un séjour de deux à trois semaines dans la liqueur de Müller, les pièces étaient placées dans une solution d'acide chromique à 3 pour 1000, et y séjournaient au moins deux mois : il faut avoir soin de renouveler la solution chromique d'abord tous les deux jours, pendant la première semaine, puis seulement tous les huit jours. Vers le milieu du second mois de séjour dans la solution chromique, il devient inutile de renouveler celle-ci, et les pièces, placées dans un flacon bien bouché (avec quelques fragments de camphre pour empêcher le développement des moisissures), peuvent se conserver indéfiniment : elles sont d'autant meilleures qu'elles sont plus anciennes ; du moins nous avons pratiqué les meilleures coupes sur des pièces qui avaient séjourné depuis dix-huit mois dans la solution chromique.

Il est un procédé qui permet de durcir plus promptement, et qui donne des pièces d'une consistance singulièrement homogène, sans aucune fragilité ; mais il ne doit être employé que pour les coupes d'ensemble, car il altère légèrement la forme des éléments anatomiques ; encore cette altération a-t-elle parfois des avantages, puisqu'elle se traduit simplement par un gonflement des

cellules nerveuses et des cylindres-axes, qui deviennent ainsi plus apparents. Ce procédé consiste à plonger tout d'abord les pièces dans un mélange par parties égales d'acide acétique (du commerce) et de glycérine : au bout de vingt-quatre heures on place la pièce dans la liqueur de Müller, puis, quarante-huit heures après, dans l'acide chromique : cette dernière solution est renouvelée une ou deux fois, et, au bout de huit à dix jours, la masse nerveuse présente, dans toute son épaisseur, la consistance la plus favorable à la pratique des coupes. Ce procédé est très-avantageux pour les encéphales de petite dimension, pour l'encéphale du rat, de la chauve-souris, par exemple ; il dispense en effet d'extraire les masses nerveuses de la boîte crânienne : il suffit d'ouvrir celle-ci, d'en enlever la calotte, et de plonger la pièce ainsi simplement préparée dans le mélange acéto-glycérique : lorsque après durcissement on veut pratiquer les coupes, on peut ou bien extraire l'encéphale, qui forme une masse homogène suffisamment élastique pour se prêter à cette opération, ou bien pratiquer les coupes sur la pièce entière, les parois crâniennes, décalcifiées, ne résistant au rasoir que comme du tissu cartilagineux.

Lorsqu'on veut pratiquer des coupes sur une pièce durcie par l'un des procédés précédents et ayant séjourné pendant un temps suffisant dans l'acide chromique, on commence par plonger cette pièce pendant six ou huit jours dans l'alcool à 36°. Un séjour plus prolongé dans l'alcool aurait pour effet de rendre les éléments anatomiques moins propres à se colorer par le carmin ; un séjour moins prolongé ne produirait pas l'effet que l'on se propose d'obtenir par cette immersion. Voici quel est cet effet : les coupes devant être montées dans la résine du Canada, ou dans le dammar, devront être préparées par une immersion successive dans l'alcool ordinaire puis dans l'alcool absolu : or, si la pièce n'a pas antérieurement séjourné quelque temps dans l'alcool, les coupes, au premier contact de ce liquide, et surtout de l'alcool absolu, sont souvent ridées, et il est impossible de les monter d'une manière bien régulière ; il se produit des plis, des dispositions godronnées, des déchirures, qui, outre l'inconvénient minime

de nuire à la beauté générale de la préparation, peuvent porter sur des points importants à étudier avec soin et en rendre l'examen difficile.

Après une semaine de séjour dans l'alcool ordinaire, la pièce est disposée pour être placée dans le microtome : à cet effet la pièce est plongée dans l'eau pendant quelques heures, puis dans une solution très-épaisse de gomme, mêlée à un volume égal de glycérine. En même temps on prend un bâton de moelle de sureau, que l'on découpe en une longue bande ; c'est-à-dire que, plaçant un rasoir parallèlement à l'axe du bâton de sureau, on détache de celui-ci une couche mince comme une feuille de fort papier, par une manœuvre facile à indiquer en disant qu'on fait avec le rasoir et le papier la même chose qu'avec un couteau et un fruit que l'on pèle. On peut ainsi débiter tout un bâton de sureau en une longue bande que l'on étale sur la table et sur laquelle on place, à l'aide d'un pinceau, une forte couche du mélange de solution gommeuse et de glycérine : la pièce (fragment de moelle épinière, de bulbe, etc.), plongée depuis quelques minutes dans le même mélange, en est retirée et placée sur la feuille de moelle de sureau : elle est alors roulée dans celle-ci, à peu près, qu'on nous permette l'expression, comme le tabac dans le papier de la cigarette, puis légèrement ficelée avec un fil. La pièce ainsi emmaillottée est finalement plongée dans l'alcool ordinaire.

Au bout de quelques heures la gomme est coagulée par le contact de l'alcool, et la pièce, emprisonnée dans son maillot de sureau et de gomme solide, forme une masse cylindrique qui peut supporter toutes les manipulations possibles sans aucun danger de fragmentation. Elle est donc introduite dans la cavité du *microtome*, et l'on place entre elle et les parois de cette cavité des bâtonnets de moelle de sureau, bâtonnets bien secs, que l'on comprime entre les doigts, pour réduire considérablement leur volume (leur épaisseur) et en introduire le plus grand nombre possible, de manière à bien caler la pièce. On verse alors de l'alcool ordinaire dans la cavité du microtome ainsi remplie : le sureau sec et tassé s'imbibe d'alcool et se dilate : il en résulte

que la pièce se trouve fixée d'une manière absolue, plus absolue que par tous les procédés généralement employés, et notamment que par l'usage de paraffine fondue et coulée dans le microtome.

Quant aux microtomes, ces appareils sont d'un usage trop répandu aujourd'hui pour que nous ayons besoin d'en donner la description ; nous dirons seulement que nous nous servons du *microtome* que fabrique M. Nachet (en cuivre nickelisé), et qui se compose simplement d'un cylindre plein, montant à l'aide d'un pas de vis dans un cylindre vide, terminé à sa partie libre et supérieure par un plateau ; seulement, comme il est bon d'avoir à sa disposition des microtomes dont la cavité soit à peu près en rapport avec les dimensions des pièces, avec l'étendue des coupes que l'on veut pratiquer, nous avons prié M. Nachet de nous faire construire une série de microtomes dont le calibre va, depuis un diamètre suffisant pour les coupes de moelle de l'homme et de bulbe des animaux domestiques (chien, chat), jusqu'à un diamètre qui nous permet de comprendre en une seule préparation toute la protubérance annulaire de l'homme, avec les tubercules quadrijumeaux et les pédoncules cérébelleux moyens.

La pièce étant installée, de la manière sus-indiquée, dans le microtome correspondant à ses dimensions transversales, on tourne le bouton qui termine le cylindre plein, de manière à faire monter la pièce et à l'amener à affleurer le niveau du plateau qui termine le cylindre creux : avec le rasoir on pratique deux ou trois coupes destinées à régulariser la surface de section de la pièce, c'est-à-dire à faire que cette surface, dans toute son étendue, ne fasse qu'un seul et même plan avec le plan du plateau du microtome, et dès lors on peut procéder à de bonnes coupes, bien régulières et propres à l'étude. Mais avant d'indiquer la manière de faire, de recueillir et de traiter ces coupes, qu'il nous soit permis de dire un mot du rasoir. Nous voulons seulement insister sur ce fait que les rasoirs à lame parfaitement plate d'un côté, rasoirs qu'on a beaucoup vantés dans ces dernières années, sont peu favorables à la pratique des coupes avec le microtome : il est impossible de les conduire d'une manière

régulière sur le plateau du microtome, parce que leur surface plane adhère trop sur ce plateau, mouillé d'alcool (comme nous le dirons plus loin), et que les moindres parcelles de sureau, de gomme, ou de tissus nerveux, qui restent sur le plateau, entravent la marche de l'instrument et le font osciller. Il faut alors se servir du rasoir en plaçant sur le plateau du microtome non pas le côté plat, mais le côté évidé de la lame. Dans ces circonstances autant vaut choisir tout d'abord un rasoir de forme ordinaire, c'est-à-dire évidé sur le plat, des deux côtés, de telle sorte qu'il ne s'applique sur le plateau du microtome que par le dos, d'une part, et par la partie tranchante d'autre part.

Pour pratiquer les coupes, on imprime au bouton du microtome un mouvement de rotation qui fait légèrement monter la pièce au-dessus du plateau ; toute l'épaisseur qui dépasse ce plateau sera enlevée par le rasoir, et constituera l'épaisseur de la coupe obtenue. Il est donc facile de préciser, d'après l'étendue du mouvement de rotation du bouton, l'épaisseur donnée à la coupe. Ainsi la largeur du pas de vis de nos microtomes de moyen calibre étant d'environ 1/2 millimètre, comme nous ne faisons décrire au bouton, d'une coupe à l'autre, qu'un déplacement augulaire de 1/18 de circonférence, nous pouvons conclure que nos coupes les plus minces ont environ une épaisseur de 1/36 de millimètre : cette épaisseur est parfaitement uniforme dans tous les points.

Lorsque la surface de la pièce, toujours humectée d'alcool, a été amenée au point d'effleurement nécessaire pour une bonne coupe, on pratique celle-ci à l'aide du rasoir, dont la lame a reçu, sur sa face supérieure, quelques gouttes d'alcool. Nous n'insisterons pas ici sur ce manuel opératoire : tous ceux qui ont pratiqué des sections microscopiques savent que la surface du rasoir employé doit être mouillée d'un liquide qui permette à la coupe de glisser sur la face supérieure de la lame, de façon que les parties déjà sectionnées ne se dissocient pas à mesure que l'instrument tranchant pénètre plus loin ; ils savent aussi que, de tous les liquides, l'alcool est un de ceux qui mouillent le plus régulièrement la lame d'acier.

Par contre nous insisterons sur la nécessité de pratiquer un nombre presque indéfini de coupes, se succédant sans interruption, c'est-à-dire de telle manière qu'un segment donné de l'axe cérébro-spinal, du bulbe par exemple, se trouve débité en une série de coupes fines, sans aucune perte de substance. C'est ce que nous avons essayé de réaliser dans nos recherches, et c'est à cette méthode que nous devons le caractère essentiellement démonstratif de nos collections de préparations (1). Nous nous sommes donné pour règle d'arriver au résultat suivant : une longueur de 1 millimètre de bulbe humain sera débitée en trente-six coupes (dont chacune à 1/36 de millimètre). Ces coupes sont reçues à part dans des godets numérotés : on peut en recevoir de trois à quatre dans chaque godet, parce qu'il n'y a pas de différence bien sensible dans l'organisation de segments aussi peu distants les uns des autres ; mais toujours est-il qu'avec des préparations régulièrement échelonnées à une aussi minime distance, il est impossible de laisser échapper les moindres éléments de transition dans l'organisation des étages successifs de l'isthme de l'encéphale, région si importante et à métamorphoses si brusques, que peu d'auteurs nous paraissent jusqu'à ce jour en avoir saisi les phases rapides et compliquées.

Parmi les travaux d'une importance capitale sur l'anatomie microscopique de ces régions, nous aurons souvent à citer les belles planches et les descriptions de Stilling (2). Or nous aurons maintes fois à faire remarquer que si ses planches sont souvent irréprochables, il n'en est pas de même de leur interprétation, l'auteur attribuant à tel nerf un noyau qui appartient à tel autre : c'est que les connexions ne peuvent être saisies que si elles sont suivies sur un nombre de coupes se succédant régulièrement, sans interruption ; de ce qu'un noyau ou amas de cellules nerveuses se trouve placé dans un certain étage du bulbe ou de la protubérance en un point où il semble faire suite à un faisceau

(1) Voy. Sappey, *Traité d'anatomie*, 3e édit., t. III, p. 135.

(2) B. Stilling, *Ueber die Medulla oblongata*. Erlangen, 1843. — *Disquisitiones de structura protuberantiæ sive pontis varolii*. Ienæ, 1846.

radiculaire observé dans un point analogue sur des coupes pratiquées à un étage différent et peu éloigné, on n'en saurait conclure que ce faisceau provient de ce noyau si on ne possède toutes les coupes intermédiaires propres à montrer les détails intimes et successifs de cette connexion supposée.

Les coupes longitudinales, ou pratiquées selon différents plans obliques, sont toujours utiles pour permettre d'embrasser en une seule vue des dispositions générales importantes ; mais elles deviennent beaucoup moins nécessaires, et ne sont jamais indispensables, du moment que l'on possède la série complète de coupes perpendiculaires à l'axe, lesquelles permettent de suivre d'une manière pour ainsi dire mathématique, et de reconstruire comme par les procédés de géométrie descriptive, le trajet de faisceaux qu'on ne perd jamais de vue (voir par exemple ci-après l'étude du facial).

Dans les descriptions qui vont suivre, nous ne saurions analyser et représenter à part chacune de ces coupes qui se succèdent sans interruption ; mais prenant, à propos de chaque nerf, une ou plusieurs coupes qui présentent les dispositions les plus caractéristiques, nous les reproduirons par le dessin, et nous pourrons ensuite, en partant de celles-ci, indiquer les modifications qui se présentent dans les régions immédiatement sus et sous-jacentes, et présenter ainsi l'étude des rapports des différents noyaux entre eux.

Revenant au mode de préparation, nous n'avons plus que peu de chose à ajouter aux détails sus-indiqués, car les traitements que doivent subir les coupes (coloration et déshydratation), sont presque classiques aujourd'hui. Nous dirons donc seulement que ces coupes, reçues dans des godets numérotés et pleins d'eau, restent dans ces mêmes godets jusqu'à ce qu'elles soient montées, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas mêlées les unes aux autres ; l'eau du godet est remplacée par une solution de carmin ; au bout de vingt-quatre heures, celle-ci est remplacée par de l'eau légèrement acidulée (acide acétique), à laquelle on substitue immédiatement de l'alcool ordinaire, puis au bout de quelques heures de l'alcool absolu. Dans ce dernier milieu les

coupes sont complétement privées d'eau, et l'on peut au bout de dix minutes remplacer l'alcool absolu par de l'essence de térébenthine rectifiée. Les coupes ainsi préparées sont montées dans la térébenthine du Canada (rendue liquide par l'addition de chloroforme), ou dans la résine de dammar.

Cependant il est bon de conserver quelques préparations dans la glycérine : à cet effet, lorsque les pièces ont subi l'action colorante du carmin, et que celui-ci a été fixé par l'action de l'eau acidulée, on prend dans ce dernier bain quelques coupes que l'on fait, à l'aide d'un pinceau, glisser sur la plaque de verre, où elles sont alors montées dans une goutte de glycérine. Ces pièces, moins transparentes que celles qui seront montées dans la térébenthine du Canada, après action de l'alcool, présentent cependant de grands avantages pour l'examen de l'ensemble de la substance grise, dont les tractus, dans les parties réticulées du bulbe, se présentent d'une manière très-tranchée, avec de faibles grossissements, et laissent parfaitement saisir leurs diverses connexions.

Nous rappelerons seulement ici le procédé de coloration en violet, par l'action successive du carmin et du bleu d'aniline soluble à l'alcool : nous avons indiqué ce procédé dans un numéro précédent du *Journal de l'anatomie* (1) ; tous les avantages, que nous avons signalés comme propres à ce procédé, ont été parfaitement confirmés par l'usage fréquent que nous avons fait depuis lors ; nous ne saurions assez le recommander aux anatomistes.

I. NOYAU DU GRAND HYPOGLOSSE.

a. Du noyau classique. — Les fibres afférentes et efférentes (2).

Nous commençons cette étude par celle du noyau du grand hypoglosse ; ce choix nous permettra d'aborder successivement de bas en haut les noyaux d'origine du facial, de la portion

(1) *Procédé de coloration des coupes du système nerveux* (*Journal de l'anat. et de la physiol.* Janvier 1876, p. 111).

(2) Pl. I, fig. 1 et 2 et pl. II, fig. 1. — Voyez aussi Sappey, *Anatomie*, 3e édition, t. III (sous presse), fig. 507, 508, 509, 510.

motrice du trijumeau, du moteur oculaire commun et du pathétique, puis de haut en bas ceux du pneumogastrique et du spinal, et de descendre presque dans l'organisation de la moelle épinière. Mais nous serons dans la nécessité de laisser incomplète, pour le moment, l'étude du grand hypoglosse lui-même, son noyau, c'est-à-dire la colonne prismatique de cellules nerveuses, d'où partent ses fibres radiculaires, ne pouvant être décrit, quant à son extrémité inférieure, qu'avec la région d'où partent les fibres du spinal, et quant à son extrémité supérieure, qu'après la région à laquelle appartiennent les portions radiculaires inférieures du facial.

Nous nous bornerons donc pour le moment à la description d'une coupe passant par la partie moyenne du noyau de l'hypoglosse, c'est-à-dire faite perpendiculairement à la région moyenne des pyramides antérieures.

Sur une coupe semblable (pl. XIII, fig. 2), on voit que le canal central de la moelle est complétement ouvert et étalé de manière à former le plancher du quatrième ventricule : à la partie antérieure (en *h*) on voit les fibres du grand hypoglosse, suivies de leur origine apparente vers leur origine réelle ou noyau, aborder le bulbe dans le sillon qui sépare les pyramides (3) de la saillie olivaire (6) ; elles pénètrent dans l'épaisseur du bulbe obliquement d'avant en arrière et de dehors en dedans et se glissent entre le corps même de l'olive (6) et le *noyau juxta olivaire interne* (5), ou *grand noyau pyramidal de* Stilling.

Pour ce qui est de ces rapports de contiguïté entre les fibres radiculaires et la formation olivaire, notons dès maintenant que chez le chat (pl. XIII, fig. 1), les fibres de l'hypoglosse passent entièrement en dehors de la formation olivaire, comme elles passent chez l'homme en dehors du noyau juxta-olivaire interne : il en est de même chez le chien, le rat et le lapin. Cette disposition et quelques autres sur lesquelles nous reviendrons plus tard, nous portent à penser que ces animaux ne présentent réellement pas de formation olivaire inférieure (olive bulbaire), c'est-à-dire que ce qu'on désigne chez eux sous ce nom est l'homologue non pas de l'olive inférieure de l'homme, mais seule-

ment du noyau juxta-olivaire interne ou grand noyau pyramidal de Stilling (1).

Après avoir passé en dehors de ce noyau, les fibres radiculaires, groupées toujours en deux ou trois faisceaux distincts, continuent leur trajet d'avant en arrière et de dehors en dedans, mais elles tendent à prendre une direction parallèle à celle du raphé, de telle sorte qu'elles décrivent une légère courbe à convexité antéro-interne (pl. XIII, fig. 2), et elles viennent ainsi aborder le noyau situé sur le plancher du quatrième ventricule, de chaque côté de l'extrémité postérieure du raphé bulbaire (pl. XIII, fig. 1 ; 10). Les fibres radiculaires se rendent donc, sans décussation, dans le noyau situé du côté correspondant à leur lieu d'émergence.

Ce noyau, ou plutôt cette colonne de cellules nerveuses, a été indiqué pour la première fois par Stilling. Antérieurement aux travaux de cet anatomiste, on se contentait de suivre les racines nerveuses jusque vers un cordon de l'axe cérébro-spinal (2), cordon par lequel on les faisait remonter jusqu'au cerveau, regardé comme origine commune de tous les nerfs. Stilling lui-même, dans un premier ouvrage (3), avait méconnu la présence des grosses cellules nerveuses dans les cornes antérieures de la moelle ; dans un second travail, sur la moelle allongée, grâce à de meilleures méthodes de préparation, il sut reconnaître la nature des corps étoilés de la substance grise antérieure de la moelle et de certaines masses grises du bulbe (4) ; il les étudia

(1) Nous parlons ici de l'*Olive inférieure* (ou bulbaire) ; l'olive supérieure sera étudiée dans la région du facial : elle appartient aux couches les plus inférieures de la protubérance, au niveau des fibres qui forment, chez les animaux, le *trapezium* ou *corpus trapezoides* (Voy. John Dean, *The grey subst. of the medulla oblong. and trapezium, Smithsonian contribution to k nowledge*. Février 1864).

(2) Notamment Ehrenberg et Valentin (Voy. l'*Historique de cette question* in : C. Schræder Van der Kolk, *Bau und Functionen der Medulla spinalis und oblongata*, etc. ; trad. du hollandais en allemand, par Fr. W. Theile, Braunschweig, 1859, p. 2).

(3) Stilling avait pris les grosses cellules des cornes antérieures, dites aujourd'hui *cellules motrices*, pour des artérioles sectionnés au niveau de leurs points de division (d'où l'aspect étoilé) (*Ueber die Textur der Ruckenmarks*. Leipzig, 1842).

(4) Stilling, *Ueber die Medulla oblongata*. (Erlangen, 1843, p. 50).

notamment pour la masse grise jusqu'au niveau de laquelle il suivit les fibres radiculaires de l'hypoglosse. C'est depuis cette époque que les masses grises analogues, bulbaires et protubérentielles, ont été étudiées sous le nom de *noyaux* des nerfs crâniens.

La coupe de cette colonne grise se présente sous la forme d'une surface plus ou moins triangulaire, à bords convexes, chez l'homme : le noyau du côté droit et celui du côté gauche sont adossés (pl. XIII, fig. 2) et immédiatement contigus ; chez le chat au contraire, ces noyaux, à coupe plus nettement triangulaire, avec bords concaves, sont séparés, celui du côté droit de celui du côté gauche, par un espace plus ou moins considérable selon les régions, mais toujours bien accentué vers la hauteur moyenne de la colonne (environ 2 millimètres et demi. — Voyez pl. XIII, fig. 1, vers l'extrémité postérieure du raphé).

Par son extrémité antérieure le noyau (c'est-à-dire la surface de section de la colonne grise), se prolonge en se continuant avec les faisceaux radiculaires du nerf ; par son côté externe il est en contact avec la colonne qui donne successivement naissance aux fibres du pneumogastrique et du spinal (noyau *pneumo-spinal :* pl. XIII, fig. 1 en 9 et fig. 2 en 13) : enfin par son côté postérieur il est immédiatement sous-jacent à l'épendyme et à l'épithélium cylindrique vibratile du quatrième ventricule.

Les dimensions de ce noyau, au niveau re présenté par la figure 2, pl. XIII, sont d'environ 3 millimètres dans le sens transversal comme dans le sens antéro-postérieur. Ces dimensions sont moindres, d'une manière absolue chez le chat, le chien, le rat et le lapin ; elles sont moindres aussi relativement aux dimensions du bulbe en général : ainsi tandis que l'épaisseur antéro-postérieure du noyau chez l'homme forme environ 1/5e de l'épaisseur totale du bulbe, chez le chat ce rapport se trouve réduit presque à 1/7e. A ce moindre développement du volume absolu et du volume relatif correspond une moins grande richesse en cellules nerveuses étoilées ; nous en comptons en effet, sur une section du noyau de l'homme dans la partie moyenne, de 55

à 66 en moyenne, et seulement de 30 à 45 chez le chat, de 25 à 30 chez le rat.

Les éléments que nous étudierons dans ce noyau sont les cellules nerveuses et les fibres nerveuses ou cylindres-axes.

Les cellules nerveuses sont identiques à celles des cornes antérieures de la moelle ; nous n'insisterons donc pas ici sur leur description : comme le type bien connu des cellules médullaires, elles sont multipolaires, possèdent un noyau et un nucléole : leurs dimensions sont en moyenne, chez l'homme, de 50 à 60 μ, pour leur plus long diamètre ; de 20 μ chez le lapin, de 40 à 50 μ chez le chat.

Les cylindres-axes que l'on aperçoit dans le noyau de l'hypoglosse y parcourent des trajets flexueux, décrivant des courbes nombreuses autour de petits amas formés par les cellules, qui se disposent d'ordinaire en groupes au nombre de deux ou trois : cet aspect tout particulier est représenté planche XIV, figure 1. Il est par suite presque impossible de constater les connexions des prolongements des cellules avec les cylindres-axes, non plus que les connexions de ces prolongements entre eux.

Cette même figure (pl. XIV, fig. 1) nous montre, au milieu des amas formés par les grandes cellules étoilées, de petits groupes constitués par des cellules beaucoup plus petites et de forme plus arrondie. Ces petits groupes occupent des positions très-différentes selon le niveau auquel a été pratiquée la coupe : ils sont tantôt plongés dans l'épaisseur du noyau hypoglosse, tantôt accolés à sa surface, immédiatement au-dessous de l'épithélium du quatrième ventricule. Nous reviendrons ultérieurement sur l'étude de ces groupes de petites cellules, et nous serons amenés, disons-le dès maintenant, à les considérer comme appartenant au nerf acoustique, c'est-à-dire comme formant des portions erratiques du gros noyau de ce nerf.

Si l'on suit vers la périphérie du noyau hypoglosse les fibres nerveuses (cylindres-axes), qui prennent part à sa constitution, on voit qu'elles vont dans deux directions différentes :

1° Les unes vont se grouper en avant en deux ou trois faisceaux dont les éléments convergent de plus en plus en avant et

en dehors pour constituer les fibres radiculaires du nerf hypoglosse, fibres dont nous avons précédemment décrit le trajet : ce sont les fibres *efférentes*.

2° Les autres se dirigent en dedans, pour atteindre, par faisceaux plus ou moins distincts, l'extrémité postérieure du raphé, dans lequel elles s'engagent : ces fibres sont les *fibres afférentes* au noyau ; ce sont des fibres qui, venues des centres encéphaliques, par les cordons antéro-latéraux du bulbe, s'engagent dans le raphé, croisent les fibres semblables du côté opposé, et se rendent dans le noyau hypoglosse du côté opposé : c'est-à-dire qu'elles servent sans doute à mettre le côté gauche des centres encéphaliques en rapport avec le noyau hypoglosse droit et vice versa. Il est très-facile, avec un grossissement suffisant, de saisir la forme générale du trajet de ces fibres, ou tout au moins de constater leur entre-croisement dans le raphé (Voyez pl. XIV, fig. 1).

L'étude de cette disposition des fibres afférentes, la constatation de cet entre-croisement est un fait de la plus haute importance. Nous en donnerons une idée en indiquant les principales opinions émises sur le trajet des fibres afférentes et efférentes du noyau hypoglosse. Si du reste nous n'insistons pas longuement sur la description des résultats présentés par nos préparations, et dont la figure 1 de la planche XIV donne une idée suffisamment nette, c'est que cette question des fibres afférentes des noyaux des nerfs moteurs se présentera à propos de chaque nerf crânien, et qu'elle sera tranchée d'une manière plus évidente à propos du noyau commun au facial et au moteur oculaire externe.

Les observations de paralysie d'un côté de la langue, produites par une lésion encéphalique siégeant dans l'hémisphère du côté opposé, ont dès longtemps fait songer à l'existence d'un entre-croisement entre les conducteurs qui relient les racines de l'hypoglosse aux centres cérébraux. Cet entre-croisement, nous venons de le voir, a lieu au niveau du point où les fibres afférentes du noyau hypoglosse vont aborder ce noyau : il a lieu dans le raphé du bulbe.

Cependant les premières indications données par les anato-

mistes faisaient porter cet entre-croisement non pas sur les fibres afférentes, mais sur les fibres efférentes du noyau, c'est-à-dire sur les fibres radiculaires des hypoglosses : telle est la description donnée dès 1851, par Kölliker, et que cet auteur maintient encore dans les éditions les plus récentes de ses *Éléments d'histologie* (1). Il nous suffira de renvoyer le lecteur à la figure que donne Kölliker des racines du grand hypoglosse, et de reproduire les mots suivants empruntés aux remarques dont il fait suivre la description du bulbe : « *Les entre-croisements des racines*, constatés il y a longtemps par Stilling et par moi, ne sont bien visibles que pour la douzième paire (2) ». Hâtons-nous de répéter que cet entre-croisement des fibres radiculaires, quoique adopté par nombre d'auteurs, n'existe absolument pas, qu'il ne peut avoir été entrevu que sur des préparations défectueuses, enfin qu'il n'y a qu'un seul nerf, le *pathétique*, ainsi que nous le verrons ultérieurement, qui présente un entre-croisement de ses fibres radiculaires entre leur noyau d'origine réelle et leur point d'émergence ou d'origine apparente.

Du reste Schröder van der Kolk s'était de bonne heure attaché à réfuter l'opinion de Kölliker (3) : chez l'homme, le chat, le chien, le veau, il nie tout entre-croisement des faisceaux radiculaires, et donne une bonne figure de la disposition du noyau du grand hypoglosse chez le veau. Il admet seulement des fibres commissurales unissant le noyau de droite à celui de gauche : nous reviendrons ultérieurement sur ces fibres commissurales, dont l'étude du reste ne saurait être faite d'une manière satisfaisante qu'à propos des étages inférieurs du grand hypoglosse, là où le canal central de la moelle ne s'est pas encore épanoui pour former le quatrième ventricule.

Lenhossek (4), revenant en partie à l'opinion de Kölliker, admet un entre-croisement des fibres radiculaires les plus in-

(1) Voy. traduc. franc., par Marc Sée, 2e édition, 1869, p. 378; fig. 199.

(2) *Op. cit.*, p. 383.

(3) *Bau und Functionen d. Med. spin. und oblong.* édit. de W. Theile. 1859, p. 97 et fig. 16.

(4) Lenhossek, *Neue Untersuchungen uber den feineren Bau des centralen Nervensyst.* p. 31 (*aus den Zehnten Bd. d. Denkschrifften der Wiener Akad.*).

ternes, et compare cette disposition à celle des racines antérieures des nerfs spinaux, qui formeraient, pour lui comme pour Kölliker, par leurs fibres les plus internes, la commissure blanche antérieure de la moelle. Mais nous pouvons affirmer dès maintenant que la commissure blanche antérieure de la moelle n'a aucun rapport avec les faisceaux des racines spinales antérieures (1).

Lockhart Clarke (2) et J. Dean (3), n'ont pu tout à fait se détacher de l'opinion de Kölliker : ils admettent l'entre-croisement de quelques fibres radiculaires internes, fibres très-rares, qui proviendraient du noyau du côté opposé.

Deiters, dans les notes qu'il a laissées sur la structure des centres nerveux, et que Max Schultze a mises en ordre, s'explique très-laconiquement sur cette disposition : « Cet entre-croisement radiculaire, dit-il, peu constant est loin d'être évident (4) » ; mais dans la figure qu'il donne du bulbe au niveau de l'origine des hypoglosses, il est plus explicite, car il ne représente absolument aucun entre-croisement des faisceaux radiculaires : tous y sont figurés comme provenant directement du noyau situé du même côté que l'émergence du nerf.

Nous aurons terminé cet historique déjà fort long en citant encore un travail plus récent de Gerlach sur le même sujet : la description donnée par cet auteur peut se résumer presque textuellement en ces termes (5) : « De la périphérie externe du noyau de l'hypoglosse partent des fibres qui se dirigent vers la partie

(1) Voy. Sappey, *Anatomie*, t. III, p. 186 (*Description de la commissure blanche antérieure de la moelle*).

(2) L. Clarke, *On the intimate structure of the Brain* (*Philosoph. Transact.*, 1868. Part. I, pp. 278 et 281).

(3) J. Dean, *The grey substance of the medulla oblongata and trapezium.* (*Smithsonian contrib. to knowledge.* Washington, février 1864).

(4) *Untersuchungen über Gehirn und Ruckenmark von Otto Deiters* (*Herausgegeben von Max Schultze.* Braunschweig, 1865, p. IX de la préface et fig. de la planche VI).

(5) Gerlach, *Zur Anatomie des menschlichen Ruckenmarkes* (in *Centrbl. f. d. med. Wissensch*, 1867, p. 371). — *Ueber die Kreuzungswerhältnisse in dem Centralen Verlaufe des Nerv. Hypoglossus* (*Zeitschrift. f. rat. med.*, 1869, tab. XXXIV, p. 1. — Et même recueil, 1869; vol. XXXV, p. 142).

la plus postérieure du raphé pour y former un entre-croisement. Ces fibres doivent être rapportées en partie au noyau vago-accessoire (pneumo-spinal). Elles forment un faisceau net limitant en dehors et en avant le noyau de l'hypoglosse, et constituent comme la partie la plus postérieure des fibres transversales (arciformes). A la partie postérieure du raphé ces fibres s'entre-croisent avec leurs homologues du côté opposé, et, arrivées de l'autre côté, elles vont en partie dans le faisceau moyen radiculaire de l'hypoglosse et en partie continuent leur trajet jusque dans le point où le noyau du vague confine à celui de l'hypoglosse pour se mêler au trajet des fibres radiculaires du vague ».

Cette description compliquée inspire encore moins de confiance quand on en réfère à la figure dont l'accompagne l'auteur (*Zeitschrft. f. rat. Med.*, 1869, vol. XXXIV), figure évidemment schématique ou qui, dans le cas contraire, semblerait indiquer peu de perfection dans les moyens de recherche mis en usage. Cependant, de la description de Gerlach nous retiendrons ce fait, à savoir que des fibres à trajet arciforme vont de l'extrémité postérieure du raphé vers le noyau pneumo-spinal, en circonscrivant les bords antérieur et externe du noyau de l'hypoglosse : ces fibres sont bien visibles sur nos figures 1 et 2, planche XIII et figure 1, planche XIV. Ce sont les fibres afférentes du noyau pneumo-spinal, congénères des fibres afférentes du noyau hypoglosse.

Nous arrivons donc en définitive à cette conclusion : *les fibres radiculaires des hypoglosses naissent directement du noyau situé du même côté que le lien d'émergence (origine apparente) ; mais le noyau hypoglosse reçoit des fibres afférentes qui lui viennent de l'extrémité postérieure du raphé ; ces fibres, prenant part à la constitution du raphé, proviennent des cordons longitudinaux du côté opposé du bulbe.*

Mais ici se présente une nouvelle question : les fibres afférentes vont-elles toujours au noyau hypoglosse ou ne peuvent-elles pas aller directement se joindre aux racines de la douzième paire, c'est-à-dire se continuer directement avec les fibres efférentes, sans interposition du noyau ? — Les nombreuses préparations que nous avons examinées à ce point de vue nous per-

mettent de trancher cette question, en affirmant qu'aucune fibre radiculaire de l'hypoglosse ne part du raphé : mais nous devons cependant consacrer quelques lignes à l'examen de l'opinion contraire, car elle a été soutenue par des auteurs dont les travaux récents sur ces questions ne sauraient être traités à la légère.

D'après Th. Meynert (1), qui cependant ne se prononce pas d'une manière très-affirmative, mais surtout d'après G. Huguenin (2), que l'on peut considérer comme le commentateur et le vulgarisateur des idées de Meynert : « Dans la composition des racines de l'hypoglosse entrent des fibres venues de l'extrémité postérieure du raphé, sans contracter aucune connexion avec le noyau, disposition analogue avec celle des fibres du facial. » (Huguenin, p. 187, fig. 114 et 115).

Il existe en effet une disposition qui a pu donner lieu aux interprétations diverses de Gerlach, de Meynert, de Huguenin, et même à la manière de voir de Kölliker : c'est que de l'extrémité postérieure du raphé (pl. XIII, fig. 1 et 2), se détachent des faisceaux de fibres qui non-seulement vont directement au noyau de l'hypoglosse, non-seulement contournent la partie antérieure de ce noyau pour aller en dehors de lui au noyau pneumo-spinal, mais encore des fibres qui viennent croiser la portion originelle des fibres radiculaires et semblent se mêler à elles : mais un examen attentif avec un plus fort grossissement montre que ces fibres, quelque rapport intime qu'elles paraissent tout d'abord affecter avec la partie initiale des racines de l'hypoglosse, ne se mêlent jamais à ces racines (pl. XIV, fig. 1) ; elles les traversent plus ou moins perpendiculairement, quelquefois avec une légère obliquité en avant et en dehors, pour se perdre dans les petites masses grises que nous allons rattacher à l'étude de l'hypoglosse, sous le nom de *noyaux accessoires de l'hypoglosse*.

(1) Th. Meynert, *Vom Gehirne der Saügethiere* (in Stricker, *Handbuch der Lehre von den Geweben*. Leipzig, 1872, p. 792).

(2) G. Huguenin, *Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems*. 1re partie : *Anatomie* (Zurich, 1873, p. 187, et figures 114 et 115).

b. Noyaux accessoires de l'hypoglosse.

Si l'on examine sur le bulbe du chat ou de l'homme (pl. XIII, fig. 1 et 2), l'angle antérieur du noyau hypoglosse précédemment décrit, vers le point d'où partent les fibres radiculaires du nerf, on constate qu'en cette région le noyau est mal défini ; sa masse grise se prolonge en avant ; cette disposition a été signalée par plusieurs auteurs, qui ont décrit le noyau hypoglosse comme allant au-devant ou accompagnant les racines du nerf. Si l'on examine attentivement la traînée réticulée de substance grise qui se détache en ce point du noyau, on la voit se répandre en se dissociant dans les parties latérales du bulbe, en dehors des fibres radiculaires de l'hypoglosse, en avant du noyau classique de l'hypoglosse, en arrière du *noyau juxta-olivaire externe* (pl. XIII, fig. 2 ; en 8) ; elle forme par place, entre les fibres arciformes, des amas plus considérables, et presque toujours un amas très-net (fig. 2, en 8), en dehors et en arrière du *noyau juxta-olivaire externe* (7). Cet amas est analogue comme forme à celui qui est placé un peu plus en dehors et en arrière (en 9, fig. 2), et que tous les auteurs considèrent aujourd'hui, depuis les travaux de Deiters, comme un noyau moteur antérieur des nerfs mixtes (pneumo-spinal) : comme aussi la composition anatomique de ces deux amas de substance grise est identique, nous n'hésitons pas à rattacher le premier au grand hypoglosse, comme le second au pneumogastrique. L'étude attentive de préparations du genre de celles qui sont représentées (fig. 1 et 2 pl. XIII), est on ne peut plus propre à convaincre l'observateur qu'au *noyau classique* ou *noyau postérieur* du grand hypoglosse, il faut ajouter un *noyau antéro-externe*, ou *accessoire* (1).

Ce *noyau antéro-externe* ou *accessoire* n'est jamais formé par une colonne nettement circonscrite comme la colonne prismatique du noyau postérieur : il est constitué par une formation réticulée de substance grise, se condensant plus particulièrement

(1) Voyez une communication que nous avons faite à ce sujet à la Société de biologie (janvier 1876).

en avant (en 4 fig. 1 ; et en 8 fig. 2); rien n'est plus variable que l'aspect de ces formations selon les niveaux auquels les coupes sont pratiquées ; mais on voit toujours une continuité en réseau entre le noyau postérieur et les masses grises qui, confinant au noyau moteur des nerfs mixtes, peuvent s'étendre jusque vers la périphérie antéro-externe du bulbe. Ces connexions ont été bien saisies par L.-H. Farabeuf, lorsque, dans son excellent article sur la *moelle allongée* (*Dict. encycl.* 2e série, t. III, p. 320), il dit en parlant des fibres afférentes au noyau (postérieur) de l'hypoglosse : « D'autres fibres semblent aussi venir de la substance grise de la formation réticulée du faisceau latéral et rayonnent vers le côté externe du noyau. »

C'est qu'en effet les auteurs ont décrit, d'une manière très-variable du reste, sous le nom de *formation réticulée*, ou de *noyau du faisceau latéral*, l'ensemble formé par les noyaux antérieurs ou accessoires de l'hypoglosse et du pneumo-spinal. Stilling (1) indique cette masse sans la représenter dans ses planches ; il n'a pas vu les connexions qui la rattachent au noyau postérieur de l'hypoglosse : il semble cependant avoir vu, mais chez le veau seulement, des cellules multipolaires qui composent ces tractus de substance grise (2).

Lockhart-Clarke parle à plusieurs reprises de ces masses grises antéro-latérales : tantôt il les considère comme unies à la corne postérieure, par des fibres transversales (qui ne sont autre chose qu'une partie des fibres *arciformes*) (3). Puis ailleurs il décrit des connexions entre ces masses grises et la racine descendante du trijumeau (4). Nous verrons plus tard que dans la région du facial, les noyaux gris antérieurs qui occupent la place occupée

(1) Stilling, *Ueber die Medul. oblong.*, p. 43.

(2) Stilling, *Ueber die Medul. oblong.*, p. 52 : « Les grosses cellules motrices, chez le veau, ne sont pas seulement dans le noyau de l'hypoglosse, mais encore dans le raphé et à divers autres endroits des parties antérieures : y a-t-il des cellules semblables ainsi disséminées dans le bulbe humain ? Le fait n'est pas démontré. »

(3) L. Clarke, *Res. on the intim. struct. of the brain* (*Philos. trans.* 1868, page 265).

(4) L. Clarke, *Op. cit.*, p. 283 et 284.

plus bas par le noyau antérieur de l'hypoglosse, et qui représentent de même le noyau antérieur du facial (*noyau facial inférieur*), ont été décrits par Stilling, dans son grand travail sur la *protubérance*, comme unis à la racine descendante du trijumeau, et comme représentant le noyau moteur du trifacial. Là surtout nous pourrons montrer que ces apparences de connexions sont dues uniquement à la présence de fibres arciformes. — Enfin Lockhart Clarke décrit séparément, sous le nom de *noyau antéro-latéral*, la partie la plus antérieure de ces masses latérales grises, et considère ce *noyau antéro-latéral* comme le commencement de l'*olive supérieure* (dont l'étude se rattache à celle du facial) (*Op. cit.*, p. 307).

Cette dernière manière de voir a été adoptée par Kölliker et par nombre d'auteurs (1). Nous ne saurions assez protester contre cette interprétation parce que : 1° L'étude de coupes se succédant régulièrement depuis le niveau de l'hypoglosse jusqu'au niveau du facial montre que le *noyau antéro-latéral* de Lock. Clarke (noyau antérieur de l'hypoglosse) se continue, non pas avec l'olive supérieure, mais bien (quoique seulement par de faibles tractus de substance grise) avec le noyau inférieur du facial ; 2° L'examen des cellules qui composent l'*olive supérieure* montre des éléments de petite dimension, identiques à ceux de l'olive inférieure ou bulbaire (pl. XIII, fig. 5), tandis que les cellules du *noyau antéro-latéral* (noyau antérieur de l'hypoglosse), sont de grosses cellules multipolaires (pl. XIII, fig. 4) présentant le type des cellules dites motrices (pl. XIII, fig. 3).

Il est donc très-important de bien spécifier dès maintenant la nature des cellules qui composent les masses grises antérieures des hypoglosses. Si, sur une coupe du genre de celle représentée par la figure 2, pl. XIII, on examine avec un fort grossissement le noyau antérieur de l'hypoglosse (en 8) et puis le noyau juxta-olivaire externe (en 7), on est frappé de la différence que présentent les éléments de ces noyaux. Dans le noyau juxta-olivaire externe on trouve des cellules relativement petites (20 μ), à angles

(1) Kölliker, *Histologie*, *Tr. fr.* 1869, p. 379. — Farabeuf, article MOELLE ALLONGÉE (*Dict. encycl.*, p. 316).

fins, à prolongements courts et ténus : ces cellules sont représentées planche XIII, figure 5 (chez l'homme) ; au contraire, dans le noyau antérieur de l'hypoglosse, les cellules sont relativement énormes, à gros prolongements ramifiés ; elles ont 50 μ dans leur plus grand diamètre : elles sont, sous tous les rapports, identiques à celles qui composent le noyau postérieur (noyau classique) du grand hypoglosse (pl. XIII, fig. 3 et 4).

Il est donc impossible de confondre notre noyau antérieur de l'hypoglosse avec les formations olivaires en général et notamment avec le noyau juxta-olivaire externe. Cependant cette confusion avait été commise par Lenhossek (1) ; elle fut relevée par Schr. von der Kolk (*Op. cit.*, p. 133).

Après avoir relevé ces diverses confusions relativement à la nature de la substance grise antéro-latérale, après l'avoir considérée comme formant des *noyaux antérieurs* qui appartiennent, le plus externe au pneumo-spinal (pl. XIII, fig. 1, en 5 ; et fig. 2, en 9), le plus interne à l'hypoglosse (pl. XIII, fig. 2 en 8, et fig. 1, en 4) ; après avoir montré comment ces noyaux antérieurs sont rattachés à leurs congénères postérieurs par des tractus de substance grise plus ou moins continue, selon les régions, il nous reste à indiquer dès maintenant comment nous concevons la formation de ces masses grises dans la morphologie générale du bulbe. Ces masses grises sont des débrits des cornes antérieures de la moelle, cornes dont la tête a été décapitée et puis réduite en fragments par les diverses décussations qui se produisent au niveau du collet du bulbe et par les fibres arciformes qui sillonnent ensuite transversalement ce segment de l'axe nerveux.

La démonstration de cette manière de voir ne saurait être donnée ici ; elle résultera de l'étude des étages inférieurs du bulbe et des modifications par lesquelles le bulbe se continue avec la moelle : nous nous contenterons de renvoyer le lecteur aux figures dans lesquelles M. le professeur Sappey (2) a fait repré-

(1) Von Lenhossek, *Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems des Menschen*. Wien, 1858 ; voyez tab. II, fig. 1 en 4, et explication de la figure.

(2) Voy. Sappey, *Anatomie*, t. III, 3e édition, fig. 505, 506, 507, 508, 509.

senter, d'après les préparations de M. Pierret et d'après les nôtres, l'entre-croisement des cordons latéraux et des cordons postérieurs de la moelle, qui vont former les pyramides du bulbe : et nous indiquerons seulement ce fait que, par le passage de ces cordons des parties latérales et postérieures aux parties antérieures de l'axe cérébro-spinal, la colonne grise antérieure de cet axe se trouve divisée en deux parties (décapitation des cornes antérieures) : 1° la partie immédiatement contiguë au canal central conserve ultérieurement les mêmes rapports, c'est-à-dire que placée immédiatement sous le plancher du quatrième ventricule (canal central de la moelle ouvert et dilaté), puis plus haut de chaque côté de l'aqueduc de Sylvius, elle forme une série de colonnes grises placées bout à bout et représentant successivement le noyau de l'hypoglosse, le noyau commun du facial et du moteur oculaire externe, le noyau du pathétique et du moteur oculaire commun ; 2° la partie détachée de la précédente (tête de la corne antérieure décapitée) ne disparaît pas, mais, sillonnée en tous sens par les fibres arciformes, elle est, dans les étages supérieurs à l'entre-croisement des pyramides, fragmentée en réseau de substance grise et forme seulement par places des masses plus conglomérées qui nous représentent successivement et en allant de bas en haut, les noyaux antérieurs ou accessoires de l'hypoglosse et du pneumo-spinal, le noyau inférieur du facial, le noyau de la racine motrice de la cinquième paire.

En résumé, nous avons cherché à bien définir, par l'étude de coupes portant sur la partie moyenne des hypoglosses : 1° la disposition du noyau postérieur de l'hypoglosse, noyau bien connu depuis les travaux de Stilling ; 2° l'existence et la nature d'un noyau antérieur et d'un réseau de substance grise qui le rattache au précédent : ce noyau, diversement décrit par quelques auteurs, avait été à tort identifié aux diverses formations olivaires ; 3° les fibres efférentes et les fibres afférentes du noyau des hypoglosses.

Il est toute une série de questions dont nous n'avons pas abordé l'étude, la réservant pour le moment où nous donnerions la description des étages du bulbe placés au-dessus et au-dessous

du niveau représenté (fig. 2, pl. XIII). Parmi ces questions, les plus importantes sont les suivantes :

Y a-t-il une commissure entre le noyau hypoglosse droit et le gauche?

Quels sont les rapports du noyau hypoglosse avec l'olive; trouve-t-on des fibres nerveuses (pédoncule de l'olive) qui unissent directement l'une de ces masses à l'autre?

II. NOYAUX ET FIBRES RADICULAIRES DU FACIAL.

a. Description sommaire du facial chez le chat.

Les nerfs qui émergent de la partie supérieure du bulbe et de la protubérance sont d'autant plus difficiles à suivre dans leur trajet profond, que les préparations destinées à ces études sont empruntées à des animaux dont la protubérance est riche en fibres transversales (pédoncule cérébelleux moyen). C'est ainsi que le facial se présente, chez le chat par exemple, avec des dispositions infiniment plus faciles à saisir que chez l'homme, quoique ces dispositions soient essentiellement identiques chez l'un comme chez l'autre. Avant d'aborder l'étude du facial chez l'homme, nous donnerons donc une rapide description de ce nerf chez le chat, d'après les figures 2, 3 et 4 de la planche XIV.

1° Une coupe perpendiculaire à l'axe nerveux, passant par le point d'émergence du facial, nous montre que ce nerf, suivi de son émergence vers la profondeur, se dirige obliquement d'avant en arrière et de dehors en dedans, en formant un ou deux faisceaux réguliers qui arrivent jusque sous le plancher du quatrième ventricule, en dehors de l'extrémité postérieure du raphé (pl. XIV, fig. 2 et 3).

2° En ce point le facial se coude brusquement : à son trajet horizontal (ou perpendiculaire à l'axe du bulbe) succède un trajet vertical (ou parallèle à l'axe du bulbe), très-court du reste, car il mesure de 1 à 2 millimètres. Le facial forme ainsi un cordon cylindrique (fig. 3, pl. XIV, en 4) très-net, qui fait assez fortement saillie sur le plancher du quatrième ventricule.

3° Enfin, si l'on examine une série de coupes étagées de haut en bas et portant sur ce cordon, il arrive bientôt un moment où on le voit se couder de nouveau brusquement pour se transformer en un large pinceau de fibres nerveuses dirigées obliquement en avant et en dehors (pl. XIV, fig. 4), qui viennent atteindre jusqu'à la périphérie latérale antérieure du bulbe et s'y terminent dans un gros noyau. C'est le *noyau du facial* (*noyau inférieur*, pl. XIV, fig. 4, en 7).

Le trajet intra-bulbaire du facial représente donc une courbe très-accentuée, une sorte d'anse à convexité postérieure saillante sous le plancher du quatrième ventricule (*genou du facial*). Précisons les rapports et la disposition de chacune des trois parties de cette anse, en commençant par la partie moyenne, ou seconde portion.

A. *La partie moyenne de l'anse du facial* est très-courte ; elle n'atteint pas, chez le chat, 2 millimètres : le faisceau arrondi qu'elle forme sous le plancher du quatrième ventricule présente une coupe d'un aspect caractéristique pour toutes les préparations qui comprennent cette partie de l'axe bulbo-protubérentiel. Nous attribuerons à ce faisceau le nom de *fasciculus teres*, quoique cette désignation ait été un peu diversement appliquée par les auteurs, ainsi que nous le verrons en étudiant le facial de l'homme. — Nous dirons donc, en nous rapportant aux figures 2, 3 et 4 de la planche XIV, que le *fasciculus teres*, chez le chat, est en rapport :

1° Par ses deux extrémités (supérieure et inférieure) avec les deux autres portions du facial, avec lesquelles il se continue, formant ainsi le *genou du facial*, ou portion moyenne du trajet en fer à cheval.

2° En arrière il est en rapport avec une mince couche de substance grise, qu'il soulève dans le quatrième ventricule : cette couche de substance grise paraît appartenir au noyau de l'acoustique.

3° En dehors il est en rapport avec la grosse masse grise que nous étudierons plus tard à propos du noyau de l'acoustique.

4° En dedans et en avant, il est circonscrit par des faisceaux

de fibres qui se détachent de l'extrémité postérieure du raphé. Ces fibres joignent le raphé au noyau de l'acoustique et au noyau du moteur oculaire externe. Vers les extrémités inférieure et supérieure du *fasciculus teres*, ces fibres, venues du raphé pour se porter vers les masses grises externes du plancher du quatrième ventricule, croisent le trajet infléchi par lequel le *fasciculus teres* se continue avec les deux autres portions du facial. Il semble au premier abord que des fibres du raphé vont se mêler à la partie horizontale supérieure du facial (première portion du facial) (fig. 2, pl. XIV) ; mais un examen attentif (fig. 7, pl. XIV), permet de constater qu'il n'en est rien, c'est-à-dire que les fibres venues du raphé ne prennent aucune part à la constitution de la première portion du facial, qu'elles ne font que la croiser pour aller dans les masses grises externes, de telle sorte que jamais les fibres venues du raphé ne changent leur trajet interno-externe, pour prendre le trajet postéro-antérieur des fibres du facial, quelle que soit du reste l'intrication que présentent, dans leur lieu de croisement, ces deux ordres de fibres. En un mot, de même que pour le grand hypoglosse (voyez ci-dessus), il n'y a pas, quoi qu'on en ait dit, de fibres radiculaires venant directement du raphé.

Le *noyau du moteur oculaire externe* est placé au-devant du *fasciculus teres* : il forme une masse triangulaire mal circonscrite : en avant il émet les fibres radiculaires du moteur oculaire externe, lesquelles se dirigent directement en avant (fig. 3, pl. XIV), pour aller sortir entre les pyramides et l'olive supérieure (fig. 3 ; ME); en dedans il reçoit des fibres du raphé, en dehors il donne des fibres à la première portion du facial. On peut donc nommer ce noyau, *noyau commun du facial et du moteur oculaire externe* ou *noyau supérieur du facial*, par opposition au *noyau inférieur* que nous allons bientôt étudier.

B. *La première portion du facial* (fig. 2, pl. XIV) va depuis l'extrémité supérieure du *fasciculus teres* jusqu'au point d'émergence du facial : à son point de départ cette portion est d'abord croisée par les fibres qui du raphé vont aux masses grises externes ; avant d'atteindre le point d'émergence, elle passe (fig. 2,

pl. XIV) entre l'olive supérieure qui est en dedans (en 2, fig. 2) et un gros faisceau de fibres, qui est en dehors et représente la *racine bulbaire* du trijumeau (en 6, fig. 2, 3 et 4).

C. *La troisième portion du facial part de l'extrémité inférieure du fasciculus teres*, et se dirige vers le noyau inférieur du facial : cette portion va en s'étalant légèrement en pinceau depuis son point de départ postérieur et en se mêlant à des fibres qui, venues du raphé, vont également aboutir au noyau facial.

Ce noyau est placé sous les couches les plus superficielles de la face antérieure du bulbe, entre l'olive supérieure et la racine bulbaire du trijumeau. Il est très-nettement limité en avant et sur les côtés, moins nettement en arrière où il est abordé par les fibres radiculaires du facial et par les fibres qui viennent du raphé. — Il est parfois tout à fait en contact avec l'*olive supérieure* (pl. XIV, fig. 4 ; en 7 et 2), et pourrait être confondu avec elle, à un examen superficiel ; mais l'emploi d'un grossissement qui permet de constater la forme et les dimensions des cellules de ces deux masses grises ne laisse plus aucune confusion entre elles. Les cellules de l'olive supérieure, chez le chat, mesurent de 25 à 30 μ (fig. 5 ; B), celles du noyau inférieur du facial ont tous les caractères des grosses cellules motrices : elles mesurent de 40 à 60 μ, dans leur diamètre moyen (pl. XIV, fig. 5 ; A).

(*A suivre.*)

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XIII (nerfs crâniens, PL. I).

FIG. 1. — Coupe du bulbe du chat dans la région moyenne du noyau du *grand hypoglosse*.

1. Raphé.
2. Olive bulbaire.
3. Émergence des fibres du grand hypoglosse.
4. Fibres arciformes avec substance grise interposée.
5. Noyau antérieur pneumo-spinal.
6. Corne postérieure de la substance grise de la moelle prolongée jusque dans le bulbe.
7. Corps restiforme.

8. Faisceau de fibres nerveuses coupé perpendiculairement, et qui se rencontre dans toute la hauteur du noyau pneumo-spinal. (C'est le *faisceau longitudinal de la colonne des nerfs mixtes*, de quelques auteurs.)
9. Noyau pneumo-spinal.
10. Noyau classique du grand hypoglosse.

Fig. 2. — Coupe du bulbe de l'homme dans la région moyenne du noyau du grand hypoglosse.

1. Extrémité antérieure du raphé.
2. Portion postérieure (sensitive) des pyramides.
3. Portion antérieure (motrice) des pyramides.
4. Émergence des racines de l'hypoglosse.
5. Noyau juxta-olivaire interne.
6. Olive bulbaire.
7. Noyau juxta-olivaire externe.
8. Masse grise antérieure au noyau antéro-latéral de l'hypoglosse.
9. Noyau antéro-latéral du pneumo-spinal.
10. Émergence des racines pneumo-spinales.
11. Corps restiforme.
12. Faisceau longitudinal correspondant à 8 de la figure 1.
13. Noyau pneumo-spinal.
14. Noyau classique du grand hypoglosse.
15. Fibres du raphé abordant directement ce noyau.

Fig. 3. — Cellules du noyau classique du grand hypoglosse de l'homme (prises en 14 et 15, fig. 2).

Fig. 4. — Cellules du noyau antéro-latéral du grand hypoglosse (prises en 8, fig. 2).

Fig. 5. — Cellules du noyau juxta-olivaire externe (en 7, fig. 2).

D'après la nature des cellules de ces deux dernières figures, il est impossible de confondre le noyau juxta-olivaire externe avec le noyau antéro-latéral du grand hypoglosse.

PLANCHE XIV (nerfs crâniens, PL. II).

Fig. 1. — Détail du noyau classique du grand hypoglosse de l'homme.

R. Raphé.

1. Fibres radiculaires de l'hypoglosse.
2. Cellules composant les gros îlots du noyau hypoglosse.
3. Cellules formant les tractus gris qui rattachent le noyau classique au noyau antéro-externe du grand hypoglosse.
4. Petits îlots formés de petites cellules et enclavés dans le noyau classique du grand hypoglosse.
5. Partie interne du noyau pneumo-spinal.

Fig. 2. — Coupe du bulbe du chat passant par le point d'émergence du nerf facial : coupe perpendiculaire à l'axe du bulbe.

P. Pyramides.

ME. Quelques fibres du moteur oculaire commun, visibles dans leur trajet intra-bulbaire.

F. Émergence du facial.

A. Émergence du nerf acoustique.

1. Fibres arciformes (*trapezium* de quelques auteurs).
2. Olive supérieure.
3. Fibres radiculaires du facial.
4. *Fasciculus teres.*
5. Extrémité supérieure du noyau du moteur oculaire externe.
6. Racine bulbaire du trijumeau.
7. Substance gélatineuse située en arrière et dans la concavité de la coupe de cette racine.

Fig. 3. — Coupe semblable à la précédente, mais située quelques fractions de millimètre plus bas.

Lettres et chiffres comme dans la figure précédente.

Fig. 4. — Coupe semblable, mais située à quelques millimètres plus bas que la précédente.

7. Noyau inférieur (ou antérieur) du facial, entre l'olive supérieure (2) et la racine bulbaire du trijumeau (6).
8. Partie la plus interne du noyau de l'acoustique.

Fig. 5. — A, cellules du noyau antérieur ou inférieur du facial (prises en 7, fig. 4).

B. Cellules de l'olive supérieure (prises en 2, fig. 4).

Fig. 6. — A, cellules du noyau moteur oculaire externe (prises en 5, fig. 2, 3, 4, 7).

B. Cellules prises en 2, fig. 7.

Fig. 7. — Cette figure montre les détails intimes des parties qui dans la figure 2 sont situées en dehors de l'extrémité postérieure du raphé.

R. Raphé.

1. Fibres venues du raphé et formant à ce niveau un gros faisceau qui contourne le *fasciculus teres*, croise les fibres horizontales du facial, mais sans aller prendre part à la constitution des racines de ce nerf, et va se perdre vers les masses grises externes, après avoir donné quelques fibres au noyau du moteur oculaire externe.
2. Masse grise située en dehors du *fasciculus teres* et appartenant à l'acoustique.
3. *Fasciculus teres.*

F, F. Fibres radiculaires du facial.

TECHNIQUE

DE L'EMPLOI DES SOLUTIONS CONCENTRÉES D'ACIDE OSMIQUE

En général, on fait usage de l'acide osmique en histologie, à la dose de 1 ou 2 pour 100. Depuis plusieurs années déjà, nous nous sommes trouvé très-bien, dans certains cas, de l'emploi de l'acide osmique à un degré de concentration beaucoup plus grand. Nous conservons ces solutions dans un petit flacon muni d'un large bouchon bien paraffiné. La fermeture, dans ce cas, est toujours hermétique et ne laisse percevoir aucune odeur. Comme on n'a jamais besoin, ainsi qu'on va le voir, que de très-petites quantités de liquide, on l'extrait au moyen d'une pipette munie à son extrémité d'une poche de caoutchouc.

Pour préparer cette solution, nous mettons simplement dans le flacon 5 ou 6 centimètres cubes d'eau, après quoi on y introduit les fragments d'un tube contenant 1 gramme d'acide osmique cristallisé que l'on a préalablement brisé.

L'acide osmique en solution concentrée n'est employé avec avantage que dans certaines conditions, pour l'étude de certains organes : il donne alors des résultats d'une grande valeur, parce qu'il fixe *instantanément* les éléments vivants, permet ensuite la dissociation dans une certaine mesure, et, de plus, ne s'oppose pas à la coloration méthodique de ces éléments par le carmin acétique ou picrique. Un autre avantage encore, est que la réaction étant instantanée, on peut immédiatement procéder à la préparation et à l'examen des parties traitées de cette façon.

On ne devra toutefois employer l'acide osmique concentré que pour certains tissus et certains organes. La première condition est que ceux-ci soient très-peu volumineux : le réactif, en

effet, ne pénètre pas au loin comme les solutions faibles qu'on laisse agir vingt-quatre heures. En général, l'acide osmique concentré rendra les plus grands services pour l'étude des parties membraneuses, telles que la rétine, la lame spirale, le lophioderme des batraciens, les feuillets du blastoderme, etc. Les parties à examiner ne devront pas contenir de principes gras, qui seraient immédiatement colorés en noir intense ; elles ne devront pas davantage contenir de tissu lamineux, dont l'acide osmique concentré exagère encore l'apparence fibrillaire.

Voici, d'une manière générale, comment on procède : sur la partie membraneuse encore vivante que l'on veut étudier, on porte avec la pipette une goutte d'acide osmique concentré. Les vapeurs peuvent affecter les yeux et même rendre malade ; après ces empoisonnements partiels, on observe parfois sur soi-même une saveur métallique particulière, *de retour*. Il est donc prudent de procéder en interposant entre la préparation et son visage une glace sans tain, à travers laquelle on suit les progrès de la réaction. Quand le tissu a légèrement bruni, jusqu'à un point que l'habitude apprend à reconnaître, on lave la préparation à l'eau distillée. La membrane est désormais fixée, elle est légèrement rigide, et on peut alors pratiquer sur elle des coupes à la planchette; on peut ainsi étudier les éléments sans qu'ils aient subi aucune déformation, contrairement à ce qui a lieu avec l'alcool et la gomme ou avec tout autre procédé d'encollage. Quand on se propose de colorer les parties fixées, on peut les laisser séjourner vingt-quatre heures dans le picrocarminate d'ammoniaque sans inconvénient : les préparations faites de la sorte et conservées dans la glycérine, à l'obscurité, ne brunissent plus sensiblement par l'action du temps. Nous en possédons qui remontent à plusieurs années et qui sont encore en bon état de conservation.

Nous croyons devoir indiquer ici les principales études que nous avons poursuivies par ce procédé.

Rétine. — Le réactif est directement porté sur la rétine mise à nu au fond de l'œil; les fragments durcis sont ensuite enlevés et coupés. Les coupes irrégulières ou trop épaisses sont dilacé-

rées avec le plat du scalpel. Les éléments s'isolent moins aisément, il est vrai, qu'après la macération dans la liqueur de Müller, mais ils ont mieux conservé leur forme.

Organe de Corti. — Pour traiter la lame spirale, nous cassons d'un coup de marteau le limaçon d'un animal qui vient d'être tué, et nous versons une goutte d'acide osmique concentré aux places qui paraissent favorables à l'étude. On enlève ensuite des fragments de la lame spirale, sur lesquels on pratique à la planchette des coupes dans une direction rayonnante. Une précaution importante est de débarrasser autant que possible la pièce des particules de la lame osseuse qui peuvent y être restées adhérentes. On n'obtient par ce procédé que des coupes de l'organe de Corti et du promontoire, mais elles sont en général satisfaisantes.

Contenu des vésicules de Graaf. — La paroi interne des vésicules de Graaf, qui sont près de subir la déhiscence, et les éléments du disque proligère seront également étudiés avec profit par le procédé que nous indiquons; nous l'avons appliqué sur les ovaires de brebis. On peut en particulier s'assurer de la sorte que les éléments fixés au contour de l'ovule ne sont pas des noyaux, mais bien des cellules ayant un corps peu volumineux, distinct, irrégulier et très-différent de la plupart des figures qui en ont été données.

Tissus de l'embryon. — C'est surtout pour l'étude des tissus de l'embryon pendant les premiers jours que l'acide osmique concentré est d'un grand secours en histologie. Tant que l'involution céphalique n'a pas donné à la partie antérieure trop d'épaisseur, les résultats obtenus par notre méthode sont excellents. Voici d'une manière générale comment nous procédons : l'œuf est retiré de la couveuse et maintenu dans la position qu'il occupait; on le fixe avec un peu de cire à modeler au fond d'une soucoupe. La coquille est cassée à petits coups, puis enlevée avec la membrane de l'œuf. Quelques gouttes d'acide osmique concentré sont portées sur l'embryon, qui brunit en même temps que toute la partie répondant à l'aire opaque devient complétement noire. L'étude de celle-ci ne sau-

rait être faite par ce procédé, excellent au contraire pour l'aire transparente et l'embryon lui-même. Quand ce dernier a convenablement bruni, on découpe, avec des ciseaux, dans la membrane vitelline, un lambeau comprenant l'embryon, puis on l'enlève avec un pinceau, ou mieux au moyen d'une pelle métallique, et on le porte dans une assiette creuse pleine d'eau. En l'agitant avec des pinces, on le débarrasse de toute la portion du vitellus qui n'a pas été fixée ; puis on plonge la pièce dans le picrocarminate d'ammoniaque, où on la laisse vingt-quatre heures. Après cela, on peut faire des coupes.

En procédant ainsi à l'époque où commence à se montrer le sillon médian, nous avions obtenu depuis longtemps déjà et fait graver des coupes qui nous paraissent beaucoup plus satisfaisantes que la coupe à la même époque figurée par M. Kölliker dans la nouvelle édition de son *Histoire du développement*, page 93. La distinction entre les cellules des deux feuillets est

Coupe transversale du blastoderme du poulet, après l'apparition du sillon primitif, d'après une pièce traitée par l'acide osmique concentré.

moins nette que ne la représente l'éminent anatomiste, et on observe une disposition rayonnante très-accentuée des éléments des deux feuillets à partir du fond du sillon, que laisse à peine deviner la figure qu'il en donne.

Les coupes faites de la même manière pendant les premiers jours, sur l'aire vasculaire et la partie postérieure de l'embryon, sont également bonnes. Elles permettent d'étudier les rapports exacts des parties et les modifications primitives des éléments appelés à former les principaux tissus et les principaux organes. C'est ainsi qu'on peut assister à la première apparition de la matière amorphe entre les éléments du tissu lamineux : ces éléments cessent à un moment donné d'être en contact les uns avec

les autres par une partie de leur contour, tandis qu'ils se touchent encore par d'autres points destinés plus tard, dans certains cas, à s'étirer en minces filaments allant d'une cellule fibroplastique à l'autre.

Parois de la vésicule céphalique. — Nous avons encore mis le procédé de fixation par l'acide osmique concentré en usage pour l'étude histogénique de la paroi de la vésicule cérébrale moyenne. Pour cela, on enlève sur un embryon de la soixantième heure par exemple, avec des ciseaux fins, un fragment de la proéminence céphalique qu'on plonge dans une goutte d'acide osmique concentré. On pratique ensuite des coupes et des dilacérations comme nous l'avons indiqué.

On peut constater, vers la soixantième heure, une différenciation déjà très-marquée des éléments constituant la paroi de la vésicule. En dedans, au contact même de la cavité, sont des cellules à gros noyaux à peu près sphériques, origine probable des cellules de l'épendyme. La masse de la paroi de la vésicule est formée de petites cellules ovoïdes, ayant parfois la forme de balustres, presque entièrement remplies par leur noyau ovoïde, très-allongé lui-même. La substance interposée à ces noyaux paraît, dès cette époque, être fibroïde; elle rappelle de la manière la plus frappante la substance conjonctive décrite dans la rétine par Max Schultze, et l'analogie est encore augmentée par un épanouissement en dehors, des prolongements de cette substance fibreuse, qui rappelle absolument la disposition de la base des fibres de Müller dans l'œil.

On peut noter, à cette époque du développement, la remarquable ressemblance entre l'apparence des éléments qui forment la couche moyenne des parois de la vésicule céphalique et les cellules de la couche corticale des prévertèbres, appelées à devenir l'origine des muscles.

Un autre fait intéressant, qui ressort de l'étude des coupes de la vésicule céphalique à cette époque, est la complète analogie du tissu de la paroi de la vésicule avec le tissu de la moelle épinière quand la substance blanche commence à dessiner autou de celle-ci une couche bien reconnaissable à sa structure fibril-

laire et à l'absence presque complète d'éléments cellulaires. L'apparence et les rapports des deux substances sont les mêmes dans les parois de la vésicule céphalique. La substance *blanche* est en *dehors*, absolument comme plus tard à la moelle ; elle est formée de fibrilles extrêmement ténues, suivant une direction parallèle et divisée en faisceaux par la base des traînées de substance fibreuse que nous avons signalées plus haut ; absolulument comme le sont les faisceaux d'épanouissement du nerf optique, par les fibres de Müller. A la limite de la substance blanche périphérique et de la couche formée par les petites cellules précédemment décrites, on en trouve d'autres plus volumineuses, plongées en partie dans la masse fibrillaire et qui commencent à se présenter avec des caractères qui les font déjà reconnaître pour des cellules nerveuses.

Cicatricule de l'œuf de poulet. — L'étude de la cicatricule de l'œuf de poulet par le procédé que nous indiquons, présente une difficulté particulière qui doit être signalée. L'albumen tel qu'il existe dans l'œuf frais réduit l'acide osmique avec une grande énergie. Il s'ensuit que si l'on verse celui-ci sur l'albumen il est détruit avant d'atteindre la cicatricule. Nous avons essayé, dans ce cas, d'arriver à la cicatricule en enfonçant latéralement une canule très-fine qu'on fait pénétrer jusque dans la cavité germinative. La cicatricule, parfaitement accessible de ce côté, est fixée et ensuite coupée par le moyen ordinaire. Dès les premières heures de l'incubation, il n'est plus nécessaire de recourir à cette voie détournée parce que l'albumen, au niveau du germe, subit une sorte de liquéfaction, et dès lors laisse facilement l'acide osmique pénétrer jusqu'à la membrane vitelline.

Æthalium scepticum. — Une dernière catégorie d'études que nous avons encore faites par le procédé de l'acide osmique concentré a porté sur les myxomycètes. En mettant le réactif en contact avec la masse sarcodique, alors qu'elle est à l'état de mince lame ou de filaments en mouvement par leur extrémité, on peut fixer instantanément ceux-ci. Ils prennent une coloration foncée, sauf les prolongements sarcodiques, qui restent hyalins. Ces derniers se teignent difficilement par le carmin et

laissent constater que la substance essentiellement contractile comprise dans la masse commune se présente comme absolument hyaline. Ce caractère semble commun à toute substance sarcodique dégagée des particules qu'elle peut charrier ou des autres substances auxquelles elle peut être mélangée dans le corps d'un élément ou d'une matière vivante amorphe.

Sur un fragment d'*æthalium scepticum* ainsi fixé, on peut pratiquer des coupes. Celles-ci présentent un certain intérêt : elles laissent deviner par une teinte plus claire les parties mobiles où la substance contractile domine. Ces parties ont ordinairement la forme cylindrique et offrent une limite assez nette. Extérieurement à elles, la substance est plus foncée, plus opaque, plus chargée de corps de nature diverse. Parmi ceux-ci, on distingue des vésicules absolument hyalines, quelquefois sphériques (quand on les voit passer entraînées par les courants peu épais), d'autres fois plus ou moins déformées et présentant dans leur centre un corps large de $0^{mm},15$ environ, irrégulièrement sphérique et souvent coloré en brun.

Après l'action du picrocarminate d'ammoniaque, on distingue au milieu de la masse sarcodique, de très-petits corps sphériques larges au plus de $0^{mm},2$, hyalins, fixant le carmin plus énergiquement que le reste de la substance; ces corpuscules, fort nombreux, sont vraisemblablement des noyaux et peut-être l'origine des spores à venir.

Quand commence la fructification, la méthode que nous indiquons donne des résultats non moins intéressants. On voit la masse en fructification enveloppée d'une membrane *anhiste* mesurant $0^{mm},08$ à $0^{mm},10$ environ, se continuant à l'intérieur de la masse avec le *capillitium*. On constate que les renflements offerts par celui-ci ne sont point dus à la présence de noyaux, mais résultent simplement de l'étalement en lame de la substance même des filaments.

On voit aussi que les spores, dès qu'elles ont atteint à peu près leur volume définitif, avant de s'envelopper d'une coque brune et de prendre la forme sphérique, présentent déjà des mouvements sarcodiques très-accentués. La manière dont ces

éléments sont alors fixés par l'acide osmique concentré ne peut laisser sur ce point aucun doute : ils sont irréguliers, présentent des éminences arrondies, *hyalines*, tandis que le reste du corps est finement granuleux. Cette seule répartition des granulations, leur absence dans des prolongements qui restent hyalins, sont des indications suffisantes à montrer que ceux-ci résultent de mouvements propres d'une substance sarcodique. Quand la coque est formée autour de la spore, elle devient immobile, pour ne montrer que plus tard des mouvements, qui n'apparaissent pas alors pour la première fois, mais qui existent déjà avant cette espèce d'enkystement.

G. P.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Critique expérimentale sur la glycémie. Des conditions physico-chimiques et physiologiques à observer pour la recherche du sucre dans le sang, par M. Cl. Bernard. (*Comptes rendus* des 12 et 19 juin, 7 et 14 août 1876.)

Dans l'étude expérimentale de la glycémie qui va suivre, nous examinerons d'abord quelles sont les méthodes physico-chimiques les plus propres à la recherche du sucre dans le sang; nous indiquerons ensuite les procédés de vivisection les plus rapides et les plus convenables pour extraire le sang des vaisseaux, ainsi que les conditions physiologiques délicates qu'il faut remplir pour obtenir de bonnes expériences.

Cette double connaissance nous est, en effet, indispensable si nous voulons, d'une part, prouver la justesse de notre critique sur les travaux anciens, et, d'autre part, établir pour l'avenir une discipline physiologique plus sévère.

A. — Des moyens physico-chimiques propres a déceler la présence du sucre dans le sang.

Le sucre qui se rencontre normalement dans le sang de l'homme et des animaux est le même que celui qui se trouve dans l'urine des diabétiques. Il se range parmi les sucres de la seconde espèce, les glycoses; il dévie à droite le plan de polarisation; il subit la fermentation alcoolique sous l'influence de la levûre de bière, réduit les sels de cuivre dissous dans la potasse, se colore en jaune ou en brun par l'ébullition avec les alcalis. On peut encore concentrer la matière sucrée ou la précipiter de sa solution alcoolique au moyen de l'éther et obtenir ainsi le sucre du sang en nature.

Tous les caractères chimiques précédemment énumérés doivent se trouver réunis pour que la démonstration de la présence du sucre soit complète. Une seule réaction ne saurait suffire pour caractériser un principe immédiat, ainsi que le faisait remarquer dernièrement M. Chevreul. La réduction des sels de cuivre, par exemple, dissous dans la potasse (liqueur de Barreswil) ou dans la soude (liqueur de Fehling), est un caractère très-précieux à cause de sa grande sensibilité; mais, si l'on

se contentait de cette réaction empirique, sans l'entourer des plus grandes précautions, on pourrait, dans certains cas, être embarrassé ou même induit en erreur.

Pour démontrer la présence du sucre dans le sang, il n'est pas possible, on le comprend, d'en constater directement les caractères physico-chimiques. Pour procéder avec certitude, il faut d'abord dégager la substance sucrée des matières albumineuses du liquide sanguin. Pour cela plusieurs moyens ont été mis en usage : 1° on coagule le sang par l'eau bouillante et par la vapeur d'eau surchauffée, on concentre et l'on décolore ensuite le liquide; 2° on coagule le sang par une quantité suffisante d'alcool : la solution alcoolique est évaporée, puis reprise par l'eau et décolorée ; 3° j'ai proposé la coagulation et la décoloration du sang par les sels et particulièrement par le sulfate de soude.

A l'aide de tous ces moyens on peut obtenir, comme on le voit, la matière du sang contenue tantôt dans une dissolution aqueuse, tantôt dans une dissolution alcoolique, tantôt dans une dissolution saline. Je n'ai pas l'intention d'examiner ici l'emploi de chaque procédé en détail et suivant tous les cas : il me suffira de rapporter trois exemples pour montrer que chacune des trois méthodes précédemment indiquées permet de constater tous les caractères du sucre dans le sang.

Première expérience : *Coagulation du sang par la vapeur d'eau surchauffée.* — Sur un chien de très-forte taille, nourri de viande et en pleine digestion, on aspira, à l'aide d'une sonde, du sang veineux que l'on jetait immédiatement dans un vase cylindrique de grès, au fond duquel arrivait sous pression un jet de vapeur d'eau surchauffée destiné à crisper et à coaguler instantanément les matières albumineuses sanguines. On traita de cette manière 420 grammes de sang et l'on soumit le caillot bouillant à une petite presse pour en extraire le liquide renfermant le sucre. On obtint ainsi 250 centimètres cubes d'un liquide rougeâtre qui, traité à chaud par le noir animal, donna une liqueur limpide incolore. Cette liqueur réduisait abondamment le liquide de Fehling; examinée au saccharimètre à pénombre de Laurent, elle déviait à droite le plan de polarisation d'une manière très-nette (elle donnait 1°,25, ce qui équivaut à 2^{gr},98 de glycose pour 1000). On concentra ensuite le liquide sous le vide d'une trompe, et l'on constata qu'à mesure de sa concentration les caractères de réduction aux réactifs cuivriques et de déviation au saccharimètre allaient en augmentant d'intensité. On continua l'évaporation jusqu'à siccité, puis on reprit à plusieurs fois le résidu par de l'alcool à 40 degrés pour dissoudre toute la matière sucrée qu'il renfermait, puis on évapora à son tour la solution alcoolique. Il en résulta une matière extractive jaunâtre, dans laquelle on retrouvait toutes les réactions du sucre (glycose), sauf le caractère organoleptique sucré qui était masqué par la saveur salée due aux sels et particulièrement aux chlorures que renfermait l'extrait.

En reprenant ces sortes d'extraits par de l'alcool de plus en plus con-

centré, on finit, si l'on a une assez grande quantité de matière, par obtenir dans le produit final une substance concrète, attirant l'humidité de l'air, devenant comme sirupeuse et accusant assez nettement la saveur sucrée.

Deuxième expérience : *Coagulation du sang par l'alcool.* — Sur un chien de forte taille, nourri avec de la viande et en digestion, on retira 760 grammes de sang veineux à l'aide d'une sonde introduite jusque dans la veine cave. On le jeta immédiatement dans trois fois son volume d'alcool à 40 degrés. On passa ensuite le tout sur une flanelle et l'on obtint un liquide alcoolique limpide, mais légèrement rosé. On l'acidula par quelques gouttes d'acide acétique et on le mit évaporer jusqu'à siccité sous le vide de la trompe. On divisa le résidu évaporé en deux parties : l'une fut reprise par l'eau, décolorée par le noir animal ; on y constata au saccharimètre la déviation à droite du plan de polarisation, la réduction des sels de cuivre, ainsi que la fermentation alcoolique. L'autre partie fut reprise par l'alcool à 40 degrés. En versant dans ce liquide quelques gouttes d'une solution alcoolique de potasse, il se forma un précipité nuageux qui donna les caractères du sucrate de potasse. En y ajoutant de l'éther sulfurique en excès, on précipita le sucre qui, par le repos, tomba au fond, tandis que les matières salines se cristallisèrent sur les parois de l'éprouvette.

Troisième expérience : *Coagulation du sang par le sulfate de soude.* — Sur un chien nourri de viande depuis plusieurs jours, mais à jeun depuis la veille, pesant 21 kilogrammes, j'ai retiré par l'artère crurale 700 grammes de sang qu'on fit cuire immédiatement avec 700 grammes de sulfate de soude en petits cristaux ; on soumit ensuite le sang cuit à la presse et l'on obtint 705 centimètres cubes de liquide parfaitement limpide et incolore. On laissa refroidir jusqu'au lendemain ; une abondante cristallisation s'y était formée, ce qui permit de décanter les eaux mères. Après avoir constaté qu'elles réduisaient le liquide Fehling, on les examina au saccharimètre ; on trouva une déviation à droite très-nette du plan de polarisation qui correspondait à l'instrument à 1 gramme ou $1^{gr},5$ environ de sucre pour 1000.

Le liquide étant suffisamment concentré, nous y ajoutâmes de la levûre de bière, et nous constatâmes que la solution saturée de sulfate de soude n'empêche pas la fermentation alcoolique de se manifester.

D'autres sels de soude, tels que le chlorure, l'hyposulfite, l'acétate, le tartrate, pourraient aussi être employés pour coaguler le sang. Toutefois c'est le sulfate de soude auquel j'accorde la préférence, parce qu'il a la propriété de crisper et de décolorer bien complétement le sang, et qu'il ne s'oppose pas à la constatation des caractères physiques et chimiques du sucre.

En résumé, nos expériences physiologiques sur la glycémie ne sauraient laisser aucun doute dans l'esprit, puisque, avec des quantités de sang relativement faibles, nous pouvons nettement constater le sucre

dans le sang par tous les caractères physiques, chimiques et organoleptiques.

Ce point étant bien établi, il ne sera plus nécessaire, dans nos investigations physiologiques ultérieures sur la fonction glycogénique, d'accumuler l'ensemble des caractères de la matière sucrée. Une seule réaction pourra même nous suffire dans certains cas, si elle est bien étudiée et garantie contre les causes d'erreur. Nous trouvons cette condition dans la coagulation du sang par le sulfate de soude combinée avec l'emploi du liquide de Fehling, ainsi qu'il suit.

Expérience : On ajoute au sang poids égal de sulfate de soude en petits cristaux et bien exempt de magnésie. On mêle le tout dans une capsule et l'on fait cuire vivement sans ajouter d'eau et en remuant le mélange pour qu'il ne brûle pas. Bientôt la cuisson produit un caillot noir et spongieux qui nage par fragments dans un liquide alcalin plus ou moins abondant. On filtre à chaud et l'on obtient un liquide transparent, incolore, ne renfermant plus d'albumine. Dans cette dissolution de sulfate de soude, qui contient le sucre, on peut constater directement la réduction des sels de cuivre, sans qu'aucune réaction étrangère puisse intervenir, ainsi que nous nous en sommes assuré (1).

C'est à l'aide de ce procédé commode et expéditif qu'il nous sera permis désormais, non-seulement de déceler rapidement la présence du sucre, mais aussi d'en doser la quantité dans les différents vaisseaux du système circulatoire.

Dosage du sucre dans le sang. — On se sert généralement aujourd'hui de la méthode des liquides cuivriques titrés, qui fut d'abord recommandée par Barreswil. Toutefois on a substitué au liquide de Barreswil à base de potasse le liquide de Fehling à base de soude.

Je me sers d'une liqueur de Fehling, titrée à 5 milligrammes par centimètre cube de liqueur et composée d'après une formule qui m'a été communiquée par notre savant confrère M. Péligot.

Je ne décrirai pas le procédé chimique de dosage, qui est connu de tout le monde; je noterai seulement les particularités qui se rapportent à l'opération physiologique.

Voici comment je procède. J'aspire avec une seringue en verre ou je reçois, au sortir des vaisseaux, dans une capsule de porcelaine tarée, une quantité déterminée de sang : 10, 15, 20 ou 25 grammes. J'ajoute aussitôt poids égal de sulfate de soude en petits cristaux avec quelques gouttes d'acide acétique et je fais cuire immédiatement, et sans retard, sur la flamme du gaz ou de la lampe à alcool. Nous avons déjà dit que, par la cuisson, il se produit un coagulum d'abord rutilant, puis noir, spongieux, mêlé à un liquide plus ou moins abondant; mais, comme l'évaporation a fait perdre pendant la cuisson une certaine quantité de liquide, il faut rétablir le poids primitif en ajoutant une quantité suffi-

(1) Voir *Revue scientifique*, n° 23, p. 534; 1874.

sante d'eau distillée. On exprime alors à chaud et l'on obtient un liquide dans lequel on dose le sucre en se servant de la pipette graduée, dite *pipette de Moore*.

A raison de la quantité relativement minime de sucre que nous avons à déceler dans le sang, nous n'agissons que sur 1 centimètre cube de liqueur cuivrique titrée. Nous chauffons dans un petit ballon de verre après avoir ajouté 20 à 25 centimètres cubes d'une solution récente de potasse concentrée, afin que, l'oxydule restant dissous, on n'ait à tenir compte que de la décoloration de la liqueur, dont on saisit facilement la limite en empêchant la rentrée de l'air dans l'appareil lorsque l'ébullition vient à cesser.

Sachant ainsi la quantité de liquide sucré qui est nécessaire pour décolorer 1 centimètre cube de liqueur titrée de Fehling, il reste à établir, par le calcul, la quantité de sucre contenue dans la totalité du sang, en transformant en volumes les poids de sang et de sulfate de soude employés.

Des épreuves préalables nous ont appris que le rapport du volume au poids d'un mélange à parties égales de sang et de sulfate de soude est de $\frac{4}{5}$, autrement dit que 50 grammes de sang mêlés à 50 grammes de sulfate de soude donnent 80 centimètres cubes de liquide d'essai. D'autre part, le dosage nous a montré combien de sucre renferme chaque centimètre cube de ce liquide et, par conséquent, la totalité des centimètres cubes fournis par le sang analysé. Rien n'est plus facile que de trouver alors la quantité de sucre pour 1000 parties de sang, exprimée par cette formule $s = \frac{8000}{n}$.

Tels sont les détails les plus essentiels que nous avions à donner relativement aux procédés physico-chimiques à l'aide desquels nous procédons a la recherche et au dosage du sucre dans le sang; mais ce n'est là qu'un côté de notre problème. Il ne nous suffit pas, en effet, de savoir quels sont les moyens physiques ou chimiques les plus convenables pour trouver ou pour doser le sucre dans le sang, mais il faut aussi que nous connaissions très-exactement les conditions physiologiques dans lesquelles on doit se placer pour faire de bonnes analyses. Cette question est capitale au point de vue de la critique physiologique que nous poursuivons. C'est là que réside le secret de la précision expérimentale, et nous pouvons dire, pour exprimer toute notre pensée, que, sans l'exactitude physiologique, la rigueur des procédés physico-chimiques est purement illusoire dans l'étude des phénomènes de la vie.

B. — Des conditions physiologiques a remplir pour constater la présence du sucre dans le sang.

Le sucre se présente dans le sang pendant la vie comme un principe à à la fois permanent et fugace ; il se détruit constamment et reste néan-

moins toujours présent, grâce à sa régénération incessante dans l'organisme vivant. Après la mort, ou une fois extrait du corps, le sucre dans le sang ne se régénère plus, mais il continue à se détruire. Si l'expérimentateur ignore ces deux ordres de faits, il s'exposera aux erreurs les plus graves et fera des analyses sans valeur.

Il importe de savoir avant tout que le liquide sanguin n'est pas un liquide fixe et toujours identique à lui-même. C'est au contraire un liquide extrêmement mobile et altérable dans sa constitution. Ces considérations pourraient d'ailleurs s'appliquer, à des degrés divers, à tous les liquides de l'organisme dont le caractère essentiel est précisément leur altérabilité ; c'est même en vertu de cette propriété qu'ils servent aux manifestations vitales qui ne sont au fond que l'expression d'un mouvement, d'une mutation perpétuels.

Pour obtenir des résultats rigoureux et pour donner une base solide à notre critique expérimentale, il est donc nécessaire que nous connaissions toutes les circonstances qui, soit au dedans, soit au dehors de l'organisme, peuvent modifier ou faire varier la quantité du sucre contenu dans le sang.

I. *En dehors du corps, après son extraction des vaisseaux, le sucre se détruit rapidement dans le sang.* — La première condition physiologique à remplir pour faire la recherche du sucre dans le sang est de prendre le sang tout chaud, en quelque sorte vivant, au moment où il sort des vaisseaux. Si l'on attend pour en faire l'analyse, la quantité de sucre qu'il contient ira en diminuant plus ou moins rapidement selon la température et pourra même disparaître complétement.

Nous établirons ce premier fait à l'aide d'une expérience directe et simple dont nous avons maintes fois reproduit les résultats.

Expérience. — On retira à un chien 125 grammes de sang qu'on partagea dans cinq capsules en cinq parties égales de 25 grammes, pour être analysées successivement au point de vue du sucre. On abandonna le sang à la température du laboratoire pendant une journée chaude d'été. Voici les résultats fournis par les cinq analyses successives :

		Sucre gr.
1°	Analyse faite immédiatement	1,07 p. 1000.
2°	— après 10 minutes	1,01
3°	— après 30 minutes	0,88
4°	— après 5 heures	0,44
5°	— après 24 heures	0,00

Ainsi il suffit de quelques heures pour que, à la température ambiante, le sucre disparaisse dans un sang qui en renferme les proportions ordinaires (de 1 gramme à 1gr,50 p. 1000).

D'où il résulte que l'expérimentateur qui aurait remis au lendemain le dosage du sucre n'en aurait pas reconnu la présence et que ceux qui

auraient attendu des temps variables auraient obtenu des nombres très-différents les uns des autres.

De ce qui précède il découle ce précepte général qu'il faut agir immédiatement sur le sang pour empêcher, pour arrêter la destruction du sucre qui s'y fait très-rapidement; autrement on trouverait des quantités de sucre qui ne représentent pas ce qui existe pendant la vie.

Mais il y des cas, des circonstances de lieu qui rendent cette instantanéité dans les opérations physiologiques presque impossible, surtout quand on veut étendre ces recherches à la clinique, afin de connaître la teneur du sucre du sang dans les divers états morbides. Nous avons cherché à arrêter ou à empêcher momentanément la destruction du sucre dans le sang afin de pouvoir faire son analyse à loisir. Les substances que nous avons essayées dans ce but sont nombreuses; nous citerons seulement les acides phénique, sulfurique, chlorhydrique, acétique: c'est à ce dernier que nous avons donné la préférence. Nous ajoutons immédiatement au sang, ou mieux nous versons dans le vase où il doit être recueilli, une petite quantité (environ $\frac{1}{100}$) d'acide acétique cristallisable, de manière à donner au mélange une réaction très-franchement acide. Après cela on peut attendre sans crainte le temps suffisant pour se transporter au laboratoire et faire l'analyse du sang. Voici une expérience qui fixera nos idées à cet égard.

Expérience. — Sur un chien on a recueilli 200 grammes de sang dans un vase, au fond duquel on avait versé environ 2 grammes d'acide acétique cristallisable. On agita bien le sang à mesure qu'il s'écoulait, afin de mélanger uniformément l'acide. On fit quatre analyses successives qui donnèrent les résultats suivants:

		Sucre gr.
1°	Analyse faite immédiatement, le 7 mai...	1,27 p. 1000.
2°	— le lendemain, le 8 mai...	1,20
3°	— 11 jours après, 19 mai...	0,20
4°	— 13 jours après, 21 mai...	0,00

Ainsi, dans ce cas, au lieu de se détruire en moins de vingt-quatre heures, le sucre n'a disparu qu'après treize jours; de sorte que, quelques heures après l'extraction du sang, ou même le lendemain, on aurait pu faire une analyse du sucre dans des conditions à peu près normales.

II. *Au dedans des vaisseaux, après la mort, le sucre disparaît rapidement du sang.* — Le sucre, avons-nous dit, ne se régénère plus dans le sang après la mort, mais il continue à s'y détruire: c'est pourquoi on n'en trouve plus dans les vaisseaux ni dans le cœur au bout d'un certain temps; mais, si l'on concluait de cette expérience négative, faite après la mort, à l'absence du sucre dans le sang pendant la vie, on ferait une conclusion absolument fausse. En effet, nos expériences nous permettent d'établir cette proposition que *jamais le sucre ne fait défaut dans le sang*

chez l'homme ou chez un animal vivant, soit à l'état normal soit à l'état pathologique; seulement, après la mort, la disparition de la matière sucrée a lieu graduellement et dans un temps d'autant plus court, toutes choses égales d'ailleurs, que la quantité de sucre renfermée dans le sang est moins considérable. Dans les conditions ordinaires, lorsque la mort est brusque et que le sang renferme, pendant la vie, de 1 gramme à 1gr,50 de sucre pour 1000, il faut, en général, dix à douze heures à une température ambiante moyenne pour qu'on n'en retrouve plus dans le sang (1); mais, dans le cas où la mort est survenue à la suite d'une maladie, qui a amené une extinction graduelle de la fonction glycogénique, la proportion du sucre peut descendre si bas qu'il suffit quelquefois de quinze minutes après la mort, ou même moins, pour que tout le sucre ait disparu du sang. C'est alors qu'un observateur non prévenu pourrait être trompé, comme je l'ai d'abord été moi-même, et croire que le sucre faisait réellement défaut dans le sang pendant la vie. Je me suis assuré, dans ces circonstances, que si, dans les derniers instants de l'agonie, ou immédiatement après que la respiration et la ciculation viennent de cesser, on prend le sang et qu'on le coagule instantanément par le sulfate de soude, on y constate toujours les caractères de la matière sucrée, qui bientôt se seraient évanouis si l'on eût attendu. Cela nous montre en passant combien sont défectueuses et illusoires les autopsies faites vingt-quatre heures après la mort quand il s'agit de recherches de cette nature.

Nous reviendrons plus tard sur tous ces faits, et nous verrons que ce que nous disons ici de la destruction du sucre du sang doit s'étendre à la disparition du sucre du foie. Pour le moment, nous avons voulu seulement signaler à l'attention des physiologistes l'extrême destructibilité de la matière sucrée dans le sang après la mort, afin qu'ils soient bien avertis de la grande délicatesse de toutes les conditions physiologiques dont il faut tenir compte quand on se livre à la recherche du sucre dans les liquides ou les organes des animaux morts. Ce n'est pas tout, car les conditions physiologiques deviennent encore plus fugaces et plus difficiles à saisir quand il s'agit d'opérer sur l'organisme vivant.

III. *Chez l'animal vivant, la richesse sucrée du sang oscille constamment.* — Nous avons vu précédemment la matière sucrée du sang, tarie dans sa source après la mort, aller régulièrement en s'amoindrissant et en disparaissant (2). Il en est tout autrement pendant la vie; la fonction glycogénique du foie qui déverse le sucre dans le sang, recevant tous

(1) Il est à remarquer cependant que le sucre ne disparaît pas avec la même rapidité dans toutes les veines. Dans les veines sus-hépatiques par exemple, le sucre qui est plus abondant disparaît plus tardivement et amène souvent par fermentation lactique une réaction acide, qui alors s'oppose plus ou moins à la destruction du sucre restant.

(2) Dans le sang des veines sus-hépatiques, on peut voir augmenter parfois le sucre après la mort aux dépens du glycogène qui s'y trouve.

les contre-coups des modifications nerveuses ou circulatoires, peut amener à chaque instant, à chaque minute, une variation dans la richesse sucrée du sang. Dans l'état normal, ces variations ou oscillations sont renfermées dans les limites de 1 à 3 pour 1000 de sucre dans le sang. Au-dessous de 1 pour 1000, l'activité nutritive n'est pas dans toute sa plénitude fonctionnelle; au-dessus de 3 pour 1000, la limite de la capacité sanguine est dépassée; la matière sucrée déborde dans l'appareil rénal, et l'animal devient diabétique.

Nous ne voulons pas examiner ici toutes les conditions physiologiques qui peuvent faire changer la teneur du sucre du sang dans les diverses parties du système circulatoire, artériel ou veineux: ce sera l'objet d'études détaillées que nous exposerons prochainement; mais nous devons dès à présent être prévenus de cette mutabilité incessante du sucre dans le sang, afin d'éviter les causes d'erreur qui en seraient la conséquence. En effet, toute soustraction d'une certaine quantité de sang, toute influence nerveuse, anesthésique ou autre, deviennent une cause de perturbation instantanée, durable ou passagère, dans la fonction glycogénésique. Si l'on fait, par exemple, deux prises de sang dans le même vaisseau, mais à quelques minutes, à quelques secondes de distance, on obtient des sangs réellement différents et non comparables pour la matière sucrée, qui peut avoir été accrue ou diminuée selon le degré de retentissement physiologique qui aura été exercé sur la fonction glycogénésique. C'est pourquoi nous donnons ce précepte expérimental rigoureux de faire l'extraction de deux sangs dont on veut comparer la richesse en sucre d'une manière absolument simultanée; autrement, s'il s'est écoulé un temps quelconque entre les deux prises de sang, les résultats se trouveront entachés d'erreur.

Nous croyons avoir fait suffisamment comprendre, par tout ce qui précède, la part d'importance relativement très-grande qu'il faut attribuer aux conditions physiologiques d'expérimentation dans les recherches du sucre dans le sang. Ces conditions sont relatives:

1° A l'oscillation permanente de la fonction glycogénique pendant la vie;

2° A la destructibilité incessante de la matière sucrée dans le sang après la mort.

Toute la critique expérimentale de la glycémie repose sur la connaissance de ces deux ordres d'influences qui nous rendent compte de tous les faits en apparence contradictoires qui se présentent à nos yeux.

Nous l'avons déjà dit, il n'y a pas de faits contradictoires, pas plus dans la nature vivante que dans la nature inerte: il n'y a que des faits bruts ou indéterminés, et des faits scientifiquement interprétés, mis à leur place et déterminés dans leurs conditions d'existence.

Les faits bruts nous montrent que le sucre tantôt se rencontre, tantôt ne se rencontre pas dans le sang; mais le déterminisme scientifique ne

nous permet pas d'admettre cettre proposition contradictoire car le sucre existe toujours dans le sang, quand les conditions physiologiques que nous avons indiquées sont observées ; le sucre manque constamment quand ces mêmes conditions physiologiques expérimentales ont été négligées.

Ainsi nous sommes conduits rigoureusement à cette conclusion que la glycémie est un phénomène constant de l'organisme vivant, et qu'elle cesse après la mort. En effet, la glycémie commence avec la vie et finit avec elle, parce qu'elle est liée aux phénomènes de la nutrition, qui ne peuvent disparaître sans que la vie disparaisse elle-même.

D'après cela, le sucre est un élément vital constant et nécessaire du sang. Cependant, si nous ouvrons les Traités de chimie physiologique, même les meilleurs et les plus récents, le sucre n'y est pas mentionné parmi les principes du sang, ou bien n'est indiqué que d'une manière tout à fait accidentelle. Ce qui nous prouve que la Chimie biologique ne sera fondée et n'existera que le jour où, dans l'étude des principes immédiats des êtres organisés, on tiendra compte à la fois des conditions physico-chimiques et des conditions physiologiques des phénomènes de la vie.

J'aborderai maintenant le problème physiologique de la glycémie en lui-même et je montrerai tout d'abord que l'existence de la matière sucrée dans le sang n'est point un fait accidentel d'alimentation, mais qu'elle constitue un phénomène physiologique aussi constant et aussi permanent dans l'organisme que tous les autres phénomènes de la nutrition, dont il n'est d'ailleurs qu'une expression directe.

I. — La glycémie ne diffère pas chez les animaux carnivores et herbivores ; elle est indépendante de l'alimentation.

Après avoir établi par mes anciennes expériences que le sucre existe dans le foie de l'homme et des animaux, quelle que soit leur nourriture, à jeun ou même dans l'état de vie fœtale, il était facile de prévoir qu'un phénomène aussi général et aussi fixe ne pourrait pas être soumis à l'éventualité d'une alimentation essentiellement changeante. Dans les conditions normales, les herbivores introduisent dans leur appareil digestif une grande quantité de substances féculentes ou sucrées, tandis que les carnivores n'en prennent généralement pas ; et cependant nous trouvons que les quantités de matière sucrée contenues dans le sang de ces divers animaux sont exactement les mêmes. La méthode critique expérimentale que nous suivons ici exige que nous donnions avant tout la démonstration de cette proposition fondamentale, à l'aide de faits précis ou décisifs.

Si nous résumons en un tableau quelques expériences, prises en quel-

que sorte au hasard et dont nous aurions pu multiplier les exemples presque à l'infini, nous trouvons :

	Quantité de sucre dans le sang.
	gr.
Lapins en pleine digestion (herbes)	1,25 p. 1000
	1,40 —
Chiens en digestion (viande)	1,32 —
	1,45 —
	1,10 —
	1,24 —
Lapin à jeun	1,17 —
Chien à jeun bien portant	1,21 —
Chien à jeun et fébricitant	1,41 —
Homme bien portant (alimentation mixte)	1,17 —

Ainsi, on le voit, quelle que soit la nature de l'alimentation, chez les herbivores aussi bien que chez les carnivores, pendant la digestion, pendant l'abstinence et même pendant la fièvre, le sang renferme toujours à peu près les mêmes proportions de sucre. Ces faits me semblent assez nets pour réfuter les théories qui ont placé dans l'alimentation la source de la matière sucrée du sang, et assez clairs pour démontrer qu'il existe au contraire dans l'organisme vivant une fonction glycogénique qui entretient et règle la quantité de la matière sucrée dans le sang et la rend indépendante des conditions variables de la digestion.

Pour découvrir et démontrer expérimentalement la source du sucre dans le sang, nous suivrons une méthode physiologique simple et facile à comprendre. Nous analyserons le sang qui entre dans tous les organes, ainsi que celui qui en sort ; si le sang à sa sortie est plus riche en sucre qu'à son entrée, c'est qu'il aura nécessairement traversé un organe formateur de matière sucrée.

J'ai annoncé dès longtemps que cet organe glycogénésique est le foie. Nous allons donner ici de nouveau cette démonstration en examinant la répartition de la matière sucrée dans le sang des diverses parties des systèmes artériel et veineux, et en montrant : 1° que le sang artériel a une teneur en sucre sensiblement égale dans tout son parcours ; 2° que le sang veineux au contraire contient des quantités de sucre variables suivant les organes, mais toujours inférieures à celles du sang artériel ; 3° qu'un seul organe du corps fait exception à cette règle : c'est le foie, qui nous montre le sang sortant par les veines sus-hépatiques plus riche en sucre que le sang qui y entre par la veine porte ou par l'artère hépatique.

Cette étude, ainsi conçue, nous conduira d'une manière certaine à la solultion du problème, mais à la condition d'être fondée sur une critique expérimentale sévère. C'est pourquoi je désire préalablement revenir en quelques mots sur la rigueur des méthodes et les procédés d'expérimentation que je mets en usage.

En parlant des conditions physiologiques dans lesquelles il faut se placer pour étudier la glycémie, j'ai précédemment insisté sur une règle essentielle, que j'appellerais volontiers *le principe de la comparaison simultanée,* à cause de son importance en physiologie. Pour comparer la teneur en sucre de deux sangs pris dans différents vaisseaux, il faut que l'extraction en soit faite d'une manière absolument simultanée. Si l'on procède autrement, on obtient des résultats qui ne sont point comparatifs, ces résultats discordants sont soumis pourtant à des lois qu'il s'agit avant tout de déterminer si l'on veut bien fixer les règles de l'analyse du sucre dans le sang.

La première loi à connaître c'est que le sucre augmente dans le sang toutes les fois qu'on pratique des hémorrhagies successives, surtout quand elles sont lentement produites. Ce fait général s'observe chez tous les animaux, qu'ils soient à jeun ou en digestion. Nous examinerons plus tard s'il y a lieu d'expliquer ces résultats par des conditions nouvelles de diffusion ou par les changements de pression que la saignée apporte dans la tension vasculaire ; pour le moment, je me borne à signaler les faits et en tirer cette conséquence pratique qu'il ne faut jamais faire porter l'expérience comparative que sur des liquides sanguins extraits simultanément des vaisseaux.

Quant au procédé chimique de dosage du sucre que j'ai fait connaître plus haut, je me bornerai à rappeler que la coagulation du sang par le sulfate de soude et le dosage par le liquide de Fehling constituent un procédé très-délicat qui me semble exempt de toute cause d'erreur. Je me suis assuré qu'il n'existe dans le sang, traité par le sulfate de soude, aucune matière autre que le sucre (glycose) qui puisse donner lieu à la réduction cuivrique. D'autre part j'ai vérifié par une méthode de contrôle que le procédé et la formule que j'emploie donnent une grande exactitude (à $\frac{1}{10000}$ près). Je citerai quelques chiffres comme exemples. Dans plusieurs échantillons de sang privé de sucre où dont le sucre avait été comparativement dosé, on a ajouté une quantité connue de sucre (sucre interverti), et l'on a recherché, par le procédé du sulfate de soude et de la liqueur de Felhing, en faisant usage de la formule $s = \frac{8000}{n}$, si l'on retrouvait exactement la quantité de sucre ajouté. Voici le résultat de cinq expériences de contrôle :

	Nombres calculés.	Nombres trouvés.	Différence.
	gr.	gr.	gr.
1re expérience.....	1,26 de sucre p. 1000	1,23	0,03
2e —	1,10 —	1,10	0,00
3e —	2,28 —	2,20	0,08
4e —	3,03 —	3,00	0,03
5e —	1,58 —	1,56	0,02

Ainsi l'on a trouvé une fois exactement le même, ce qui peut être une coïncidence ; mais, dans tous les cas, les écarts n'ont porté que sur

la seconde décimale, dont on ne peut pas répondre à cause de la variabilité de la partie aqueuse du sang qui peut osciller dans ces mêmes limites, non-seulement chez les divers chiens, mais aussi chez le même animal lorsqu'on lui a fait subir des pertes de sang plus ou moins considérables.

II. — DANS LE PARCOURS DU SYSTÈME ARTÉRIEL LE SANG RENFERME UNE PROPORTION DE SUCRE SENSIBLEMENT IDENTIQUE.

Pour établir cette proposition, nous avons comparé la teneur en sucre du sang des divers troncs artériels.

On a extrait simultanément, à l'aide de deux seringues, le sang des deux artères que l'on voulait comparer. On a traité les deux sangs immédiatement par le sulfate de soude, sans attendre la coagulation spontanée qui amène des inégalités pour la cuisson du caillot et peut ainsi donner lieu à des causes d'erreur.

Sur quatre analyses simultanées et comparatives que nous avons faites, nous avons trouvé :

		gr	
Première expérience. — Sang des artères	Crurale.....	1,21	p. 1000
	Carotide	1,21	»
Deuxième expérience. — Sang des artères	Crurale.....	1,30	»
	Carotide	1,30	»
Troisième expérience. — Sang des artères	Crurale droite .	1,04	»
	Crurale gauche.	1,03	»
Quatrième expérience. — Sang des artères	Aorte.....	1,14	»
	Crurale.....	1,14	»

Nous pouvons donc conclure de ce qui précède qu'à un moment donné il y a égalité dans la teneur en sucre du sang considéré dans les divers points du système artériel. Nous voyons en outre qu'à l'état ordinaire cette richesse en sucre du sang artériel oscille entre 1 gramme et 1gr,50 pour 1000 (1). Toutefois il faut rappeler ici ce fait important, que la quantité du sucre augmente à mesure que l'on fait subir à l'animal des hémorrhagies lentes et successives.

Nous devons retenir dès à présent ce fait remarquable de l'augmentation du sucre dans le sang à la suite des hémorrhagies ; on ne saurait l'expliquer par les conditions de l'alimentation, car cette augmentation du sucre survient chez des chiens nourris de viande ou à jeun. Il s'agit donc bien là d'une source intérieure de sucre dont la production se trouve excitée ou exagérée par des conditions particulières de l'organisme.

(1) On trouve parfois exceptionnellement des nombres plus forts. Récemment j'ai rencontré un chien nourri de viande, paraissant bien portant, n'ayant encore subi aucune expérience, qui m'a donné, pour teneur en sucre de son sang artériel carotidien, 2 grammes pour 1000.

III. — Dans le système veineux général la proportion de sucre est variable, mais toujours inférieure a celle du sang artériel.

Première série d'expériences. Comparaison du sang artériel et veineux dans les membres. — Pour le *membre postérieur*, nous faisons l'extraction simultanée du sang dans l'artère et dans la veine crurale.

A cet effet nous plaçons une ligature sur l'artère et la veine crurale, puis nous introduisons au-dessus de la ligature, dans le bout central de l'artère et dans le bout central de la veine, deux tubes ou deux sondes que nous faisons pénétrer à 5 ou 6 centimètres jusque dans les artère et veine iliaques primitives. Alors, à l'aide de deux seringues, nous faisons, pendant que l'animal est calme, l'aspiration simultanée du sang artériel et du sang veineux.

Sur cinq chiens opérés de cette façon, voici les résultats fournis par l'expérience :

	Sucre pour 1000 dans le sang artériel.	Sucre pour 1000 dans le sang veineux.
	gr	gr
Premier chien.....	1,24	0,96
Deuxième chien.....	1,00	0,88
Troisième chien.....	1,10	1,08
Quatrième chien.....	1,17	0,95
Cinquième chien.....	1,30	1,02

Dans le *membre antérieur*, le sang veineux se montre également plus pauvre en sucre que le sang artériel.

Dans une expérience comparative sur les deux sangs, nous avons trouvé 1gr,22 pour 1000 de sucre dans le sang de l'artère, et 1gr,09 dans le sang de la veine.

Nous n'avons pas observé que l'abouchement du canal thoracique déversant le chyle dans la veine sous-clavière gauche apportât un changement sensible dans le rapport de la richesse sucrée des deux sangs (1).

Ainsi dans les membres le sucre se détruit, puisque le sang veineux qui en revient est plus pauvre en sucre que le sang artériel qui y pénètre.

Deuxième série d'expériences. Comparaison du sang artériel et veineux de la tête. — Nous avons comparé le sang artériel des carotides avec le sang veineux des jugulaires externes.

Sur trois chiens nous avons trouvé :

	Sucre pour 1000 dans l'artère carotide.	Sucre pour 1000 dans la veine jugulaire.
	gr	gr
Premier chien.....	1,10	0,67
Deuxième chien.....	1,10	0,83
Troisième chien.....	1,51	0,95

(1) Le chyle et la lymphe sont en général moins riches en sucre que le sang artériel. Nous reviendrons plus tard sur ces analyses en parlant de la digestion des matières féculentes et sucrées dont l'absorption se fait spécialement par la veine-porte.

Le sang veineux qui revient du cerveau est plus pauvre en sucre que le sang artériel.

Sur un chien dont la glycémie avait augmenté par suite d'opération et d'hémorrhagies antérieures, nous avons extrait le sang des tissus de la dure-mère, et perforant à l'aide d'un troquart, le torcular ou pressoir d'Hérophile, nous avons obtenu pour 1000 de sang :

1gr,21 de sucre dans le sang veineux des sinus rachidiens ;
1gr,35 de sucre dans le sang veineux des sinus de la dure-mère ;
2gr,70 de sucre dans le sang artériel (1).

Cette seconde série d'expériences nous conduit donc aux mêmes conclusions que la première, relativement à l'appauvrissement du sang veineux.

En résumé, nous pouvons conclure que, normalement, le sang veineux des membres, du tronc, de la tête et du cou contient moins de sucre que le sang artériel correspondant ; de sorte que la substance sucrée se détruit dans tous ces organes en proportions sans doute variables, mais assez difficiles à déterminer.

Nous allons prouver maintenant qu'il n'y a dans le corps qu'un seul organe qui fasse exception à cette règle : c'est le foie, qui, au lieu d'appauvrir en sucre le sang qui le traverse, l'enrichit au contraire de cette substance qu'il répand dans l'organisme d'une manière constante.

J'ai montré précédemment que le sang s'appauvrit en sucre en traversant les divers organes du corps ; aujourd'hui je vais prouver qu'il s'enrichit, au contraire, de la même substance, en traversant le tissu du foie.

I. — Le sang des veines sus-hépatiques est plus sucré que le sang artériel et que le sang de la veine porte.

Dans mes premiers travaux sur la glycogénie animale, j'ai déjà donné pour preuve de la formation du sucre dans le foie ce fait que le sang émergeant des veines sus-hépatiques renferme plus de sucre que celui qui entre dans l'organe par la veine-porte et par l'artère hépatique (2). A cette époque, je faisais l'expérience sur un animal vivant ou venant d'être sacrifié par la section du bulbe rachidien. Je pratiquais la ligature de la veine porte à son entrée dans le foie, puis j'ouvrais largement l'abdomen, et je recueillais séparément le sang des veines sus-hépatiques et celui qui s'était accumulé dans la veine porte devenue turgescente au-dessous de sa ligature. Je constatais de cette manière que le sang des veines sus-hépatiques donnait jusqu'à 7 grammes de sucre

(1) Dans le liquide céphalorachidien on a trouvé 1 gramme pour 1000 de sucre.
(2) Voir mes *Leçons de Physiologie expérimentale appliquée à la Médecine*, 1855.

pour 1000 par la fermentation avec la levûre de bière, tandis que le sang de la veine porte ne dégageait pas de gaz et ne fermentait pas d'une manière appréciable (1).

Des analyses faites ultérieurement avec la liqueur de Fehling me donnèrent, dans les mêmes circonstances, de 3 à 7 grammes de sucre pour 1000 dans le sang sus-hépatique, et de 0gr,06 à 0gr,08 pour la veine porte, le sang artériel en renfermant de 1 gramme à 1gr,50 pour 1000.

Ainsi, quand on recueille le sang du foie, après avoir lié la veine porte et ouvert largement l'abdomen, on trouve que le sang des veines sus-hépatiques est incomparablement plus sucré que le sang des artères et que celui qui vient de l'intestin par la veine porte.

Mais lorsque, plus tard, j'eus découvert qu'après la mort le sucre se détruit rapidement dans le sang des vaisseaux, tandis qu'il continue à se former dans le foie, je reconnus que le procédé opératoire décrit ci-dessus était défectueux et qu'il fallait le remplacer par une autre manière d'opérer, qui permît d'arriver aux veines hépatiques sans troubler aussi profondément la circulation hépatique ou la circulation générale.

II. — LE SANG DE LA VEINE CAVE INFÉRIEURE S'ENRICHIT SUBITEMENT EN SUCRE, AVANT D'ENTRER DANS LE CŒUR, AU NIVEAU DU DÉVERSEMENT DES VEINES SUS-HÉPATIQUES.

Le procédé opératoire nouveau auquel je me suis arrêté aujourd'hui a pour but d'établir que, sur un animal vivant dont la circulation reste normale, le sang qui sort par les veines sus-hépatiques dépasse, par sa richesse en sucre, le sang artériel et tous les sangs veineux des autres organes.

Pour extraire sur le vivant le sang des veines sus-hépatiques, je pénètre dans la veine cave au moyen du cathétérisme vasculaire, avec une sonde de gomme élastique que j'introduis soit de haut en bas par la veine jugulaire externe droite, soit de bas en haut par la veine crurale. A l'aide de ce mode opératoire, j'ai pu voir non-seulement que le sang des veines sus-hépatiques est le sang le plus sucré du corps, mais que le sang des veines caves, supérieure et inférieure, ne reçoit aucune autre source de matière sucrée.

A. *Veine cave supérieure.* — Sur un jeune chien de forte taille et en digestion de viande, on ouvre la veine jugulaire externe et l'on recueille 25 grammes de sang; ce dosage donne 0gr,91 pour 1000 de sucre. Par la plaie de la même veine on fait pénétrer une sonde de gomme élastique que l'on pousse dans la veine cave supérieure jusqu'au dessus du tronc brachio-céphalique veineux; puis l'on aspire, à l'aide d'une seringue, 25 grammes de sang que l'on analyse immédiatement. On trouve 0gr,90

(1) Voir à ce sujet les *Analyses confirmatives* de Lehmann, Lecomte, Poggiale, etc. (*Comptes rendus*), et mes *Leçons de Physiologie* de 1855, p. 479.

pour 1000 de sucre, ce qui est un nombre identique à celui de la veine jugulaire.

Cette expérience est importante, parce que le sang de la veine cave supérieure, dans le point où nous l'avons pris, ne représente pas seulement le sang veineux de la tête et des membres, mais il contient en outre le chyle qui est venu s'y déverser par le canal thoracique dans la veine sous-clavière gauche. On voit ainsi que le déversement du chyle n'a pas été une source d'enrichissement en sucre pour le sang de la veine cave supérieure. En effet, la lymphe et le chyle contiennent du sucre qui, comme celui du sang veineux, provient du sang artériel dans le réseau capillaire, et l'absorption du sucre dans l'intestin s'opère spécialement, ainsi qu'on le sait, par les rameaux de la veine porte.

Lorsqu'on extrait le chyle ou la lymphe par des fistules appliquées au canal thoracique, on peut, ainsi que nous l'avons constaté nous-même, obtenir des chiffres de sucre assez forts, quoique au-dessous de ceux du sang artériel pris au même moment (1), mais on se trouve alors dans des conditions qui ne sont pas absolument normales. L'ouverture d'un vaisseau dans le système circulatoire, sur l'animal vivant, amène toujours une suractivité locale dans la circulation et dans l'absorption des liquides; c'est pourquoi, pour rester dans les conditions strictement physiologiques, il faut éviter, autant que possible, de recueillir les liquides de cette manière. Nous préférons, ainsi que nous l'avons dit, pénétrer à l'aide d'une sonde dans un gros vaisseau, que l'on ferme par une ligature, de manière que le mouvement sanguin dans le point où l'on opère n'éprouve ni retard ni accélération notables dans son cours.

Toutes ces expériences, on le voit, ne demandent pas seulement l'exactitude des procédés de dosage de la matière sucrée, mais elles exigent encore des conditions opératoires très-délicates. Nous insistons toujours sur ces conditions spéciales afin de prémunir les expérimentateurs contre les causes d'erreur si nombreuses qui les entourent, et afin d'éviter, par une bonne critique des procédés opératoires, des contradictions expérimentales qui sont aujourd'hui un des principaux obstacles à la marche de la science physiologique.

En résumé, nous avons vu, par les résultats qui précèdent, que le sang de la veine cave supérieure n'apporte au cœur que du sang pauvre en sucre. Il n'en est pas de même pour la veine cave inférieure, ainsi que nous allons le voir.

B. *Veine cave inférieure.* — Au moment où la veine cave inférieure se constitue dans le bassin par la réunion des veines iliaques primitives,

(1) Sur un chien, en digestion de viande, nous avons extrait 15 grammes de chyle du canal thoracique, l'animal venant d'être sacrifié. Nous avons obtenu 1gr,34 pour 1000 de sucre. Sur un autre chien en pleine digestion, nous avons extrait le chyle au moyen d'une fistule pratiquée au canal thoracique, à son abouchement dans la veine sous-clavière. Le dosage a donné 1gr,70 pour 1000 de sucre.

elle contient, ainsi que nous le savons déjà, du sang qui est moins sucré que le sang artériel correspondant. En remontant plus haut jusqu'au niveau de l'abouchement des veines rénales, on trouve encore le sang veineux inférieur par sa teneur en sucre au sang de l'aorte; mais au niveau du déversement des veines sus-hépatiques, le sang de la veine cave s'enrichit subitement en sucre, de manière à établir l'équilibre sucré entre le sang artériel et le sang veineux.

L'expérience à l'aide de laquelle j'obtiens ce résultat capital, qui suffit à lui seul pour prouver la fonction glycogénésique du foie, est des plus simples et n'apporte aucun trouble notable dans la circulation hépatique. Elle s'accomplit à l'aide du procédé opératoire que nous avons déjà indiqué pour faire l'analyse comparative des sangs artériels et veineux du membre postérieur. On découvre et l'on incise les vaisseaux cruraux dans le pli de l'aine; on introduit dans le bout supérieur de la veine crurale une sonde en gomme élastique que l'on pousse avec les précautions convenables jusqu'au niveau du déversement des veines sus-hépatiques dans la veine cave, un peu au-dessus du diaphragme. Alors on aspire lentement, avec une seringue, la quantité de sang dont on veut faire l'analyse relativement à sa teneur en sucre. La partie difficile de l'opération est de savoir quand on est parvenu au niveau des veines sus-hépatiques. J'ai remarqué qu'en général on y est arrivé lorsqu'on a enfoncé une longueur de sonde pouvant être mesurée du pli de l'aine droit jusqu'à la base de l'appendice xiphoïde. Si l'animal est calme et que la circulation veineuse ne soit point troublée par les efforts respiratoires ou par des mouvements violents, on obtient des résultats très-nets dans le dosage comparatif du sang de la veine cave à diverses hauteurs; mais, pour plus de certitude dans l'opération et pour empêcher les reflux par en bas du sang hépatique dans la veine cave, on peut pratiquer une petite ouverture aux parois abdominales, immédiatement au-dessous et dans l'angle de la dernière fausse côte. Avec l'index de la main gauche porté sur la veine cave, au-dessus de l'insertion des veines rénales, on peut alors reconnaître et diriger l'extrémité de la sonde, en empêcher, par une compression ménagée, les reflux sanguins de manière à obtenir le sang des veines sus-hépatiques sans mélange de celui des parties inférieures de la veine cave.

Nous citerons, parmi un grand nombre d'expériences toutes faites sur des chiens, un certain nombre de résultats qui sont des plus décisifs.

	Sucre.	
Première expérience :		
Sang de la veine cave inférieure dans le bassin	0,88	p. 1000
— au niveau des veines rénales	1,00	»
— au niveau des veines sus-hépatiques	2,66	»
Deuxième expérience :		
Sang de la veine cave inférieure au-dessous des veines rénales	1,08	»
— au niveau des veines sus-hépatiques	2,00	»

Troisième expérience :	Sucre.
Sang de la veine cave inférieure au niveau des veines sus-hépatiques	2,50 à 3 p. 1000
Sang artériel	1,70 »

Au lieu de pénétrer par la veine crurale pour arriver aux veines sus-hépatiques, on peut encore, ainsi que nous l'avons dit, pénétrer par la veine jugulaire externe droite et descendre de là dans la veine cave inférieure jusqu'au-dessous du cœur, ou bien pénétrer dans le cœur lui-même en pratiquant le cathétérisme du ventricule à l'aide d'une sonde appropriée.

Voici les résultats de quelques expériences obtenues par ce dernier mode opératoire :

		Sucre.
Première expérience :	Sang de la veine jugulaire	6,67 p. 1000
	Sang du cœur droit	1,56 »
	Sang artériel	1,06 »
Deuxième expérience :	Sang artériel	1,17 »
	Sang du ventricule droit	1,81 »
Troisième expérience :	Sang de la veine jugulaire droite	0,91 »
	Sang de la veine cave supérieure	0,90 »
	Sang de la carotide droite	1,10 »
	Sang du cœur droit	1,25 »

Ainsi, on le voit, au niveau de l'abouchement des veines sus-hépatiques dans la veine cave inférieure, la teneur en sucre du sang augmente subitement de plus du double. Souvent on voit cette augmentation déjà manifeste dans la veine cave abdominale, mais cela tient à des reflux du sang hépatique produits par les mouvements respiratoires, et non au mélange du sang veineux rénal qui, de même que le sang de la veine cave, est plus pauvre en sucre que le sang artériel.

Le sang des veines sus-hépatiques est au contraire plus riche en sucre que le sang artériel, ainsi que nous le voyons dans la troisième expérience de la première série. Mais, comme il arrive que ce sang hépatique se mélange avec celui des veines caves inférieure et supérieure qui sont plus pauvres en sucre, il en résulte qu'il subit une dilution qui donne au sang du ventricule droit à peu près la teneur en sucre de celui du ventricule gauche, ce qui prouverait que le poumon n'agirait pas comme les capillaires généraux et ne provoquerait pas une destruction sensible du sucre.

Conclusions. — Nous avons suivi le plan que nous nous étions tracé. Nous avons localisé la formation du sucre, nous sommes remonté à la source du sucre du sang et nous avons vu que la glycémie prend son origine dans une fonction glycogénésique du foie. Le sucre, qui se détruit partout dans le corps, se régénère donc en même temps dans le tissu hépatique d'une manière constante.

Nous verrons ultérieurement que toutes les oscillations de la glycémie

sont liées à la fonction glycogénésique hépatique. Quand le déversement sucré du foie dans le sang s'accroît, la glycémie augmente et l'animal peut devenir diabétique ; quand elle diminue ou cesse, la glycémie s'atténue ou s'éteint en entraînant souvent à sa suite les symptômes les plus graves et la mort. Mais, avant de suivre toutes les conséquences de ces variations dans le phénomène glycémique, il importe d'aborder le problème physiologique lui-même et d'étudier le mécanisme de la fonction glycogénésique du foie. Ce sera l'objet de prochaines communications.

Recherches expérimentales sur les effets toxiques de la nitroglycérine et de la dynamite, par A. Bruel. (Thèse, Paris 1876.)

L'auteur résume et explique, ainsi qu'il suit, les troubles fonctionnels qu'il a observés en administrant la nitro-glycérine ou la dynamite aux animaux par différentes voies, et de manière à produire soit des accidents légers, soit la mort.

En ce qui touche la grenouille, l'auteur de ces recherches arrive aux conclusions :

1° Que chez la grenouille les convulsions qu'on observe sous l'influence de la nitro-glycérine ne sont pas dues à une action directe sur le système musculaire ou les nerfs périphériques ;

2° Que ces effets ne se manifestent qu'après que le poison est passé dans le courant sanguin ;

3° Que ces convulsions sont le résultat d'une action spéciale sur le système nerveux central ;

4° Que la moelle et les troncs nerveux transmettent cette action, mais que, pris isolément, ils sont incapables d'être influencés.

Chez les animaux supérieurs, au contraire, la mort, dans la majorité des cas semble être le résultat d'un état de dépression de ce système, qui est le moteur de toutes les fonctions nécessaires à la vie : stertor, algidité, collapsus, tel est, en effet, le tableau que présente l'affaiblissement graduel de l'organisme carié par ces substances.

Dans l'empoisonnement lent par injection de nitro-glycérine sous la peau, on constate tout d'abord un abaissement remarquable de la température.

De 39° à 39°,5, qui est la normale physiologique de la température rectale chez le chien, on la voit, en l'espace de quatre ou cinq heures, descendre à 36, 34, 32° ; je n'ai même noté, dans un cas, que 30° à l'agonie. Avec cela, les extrémités sont froides, les pattes, le nez, les oreilles sont glacés, et nous avons vu que cette algidité chez l'homme avait pu en imposer pour un cas de choléra.

Avec cette chute de la température, observe-t-on aussi la décroissance graduelle des deux phénomènes vitaux qui marchent ordinairement de pair avec elle : le ralentissement du pouls et de la respiration ? Ici, il faut s'entendre; oui, si l'on n'observe l'animal que pendant les dix dernières minutes qui précèdent la mort; la respiration est alors, en effet, lente, stertoreuse, et les battements du cœur, de plus en plus rares, finissent par s'éteindre graduellement. Mais avant cette période de l'empoisonnement, quoique par le fait l'hématose soit gênée, on perçoit une augmentation dans le nombre des pulsations cardiaques et des mouvements respiratoires, comme le montre l'observation suivante :

Expérience. — Chien du poids de 8 kilogrammes, ayant résisté trois jours avant à 40 gouttes de nitro-glycérine, injectées dans le tissu cellulaire sous-cutané ; à deux heures, je mets l'artère fémorale à nu et j'en extrais, pour une analyse, 30 centimètres cubes de sang ; puis sur cette même artère, je prends le tracé de sa pression sanguine, avec le cardiomètre de M. Jolyet et je trouve :

Pression art., maxima.....	116 mill.,	minima 86 mill.
Impulsion systolique, maxima....	75 mill.,	minima 30 mill.

Pour un espace de 10 centimètres :

Pulsations cardiaques.....	17
Mouvements respiratoires.....	5

A trois heures, injections sous-cutanées de 70 gouttes de nitro-glycérine ; à six heures, il a les muqueuses violacées, peut à peine marcher ; je prends un second tracé de la même artère :

Pression art., maxima.....	82 mill.,	minima 62 mill.
Impulsion systolique, maxima....	14 mill.,	minima 6 mill.

Pour un espace de 10 centimètres :

Pulsations cardiaques.....	48
Mouvements respiratoires.....	6

Extraction, par la suite, de 60 centimètres cubes de sang artériel intoxiqué. Mort à sept heures.

Ainsi, sous l'influence de l'intoxication, les mouvements respiratoires et les pulsations cardiaques augmentent en nombre, tandis que la pression artérielle diminue ainsi que la force de l'ondée sanguine, qui n'est plus que de 10 millimètres d'impulsion ; et cependant, si l'on palpe la région précordiale, on sent sous sa main le cœur battre avec violence.

Ces effets doivent être expliqués sans doute par une dilatation des vaisseaux capillaires périphériques et par la difficulté des échanges hématériques qui ressort de l'aspect même du sang. Les organes, en effet, sont injectés, congestionnés, violacés. Le sang qui s'écoule à l'examen cadavérique est épais, comme huileux dans sa consistance ; il n'est ni

rouge comme du sang artériel, ni noir comme du sang veineux; il a quelque ressemblance avec le réactif connu en histologie sous le nom de picro-carminate, il tache le linge comme la sæpia. Pendant les derniers moments de la vie, sa couleur est partout la même; le contact de l'air dans le poumon ne modifie plus sa composition, car l'hématose ne peut plus se faire. Reçu dans un vase, il se coagule immédiatement, et quelques heures suffisent pour qu'il se forme un caillot noir très-dense, entouré d'une grande quantité de sérum.

Cette coloration est due au passage de la nitroglycérine dans la circulation. En effet, si l'on mélange du sang de chien, normal et défibriné, avec de l'huile explosive, on ne remarque d'abord aucun changement de couleur; les deux liquides sont parfaitement séparés, et l'on voit les gouttelettes huileuses isolées, répandues çà et là dans la masse sanguine. Mais peu à peu, en agitant, le mélange ou plutôt la combinaison s'opère; au bout de trois ou quatre heures, il est impossible de distinguer la moindre gouttelette huileuse, et le liquide a pris une teinte uniforme, qui est précisément celle que nous venons de décrire à propos du sang des animaux qui ont succombé à cet empoisonnement.

Observé soit au microscope, soit au spectroscope, il présente les mêmes phénomènes, il donne lieu aux mêmes modifications que ce dernier.

En ce qui touche l'examen microscopique, on ne découvre aucune modification dans les éléments du sang en rapport avec cet état. Hématies, leucocytes, tout est normal; peut-être y a-t-il seulement une légère différence de teinte d'une préparation à l'autre, entre le sang normal et le sang intoxiqué; mais dans tous les cas le phénomène est peu marqué.

Loin d'être altérés dans leur forme, ces éléments paraissent au contraire se conserver peut-être plus longtemps que ceux du sang normal, comme cela est au reste le cas avec d'autres réactifs, tels que l'oxyde de carbone, par exemple.

Au spectroscope, les modifications sont plus significatives.

On sait que, si, à l'aide de cet instrument, on regarde une solution étendue de sang normal, on aperçoit dans le spectre deux lignes obscures placées entre les lignes D et E de Frauenhoffer. Ces deux bandes sont caractéristiques de l'hémoglobine oxygénée (oxyhémoglobine). Et si la ligne D correspond à la division 80 de l'échelle micrométrique, ces deux bandes, α et β, sont situées, la première α entre 81 et 87, la seconde β, entre 95 et 102.

Avec une solution de sang provenant d'animaux arrivés à la dernière période de l'empoisonnement par la nitroglycérine, on observe aussi dans le spectre ces deux bandes α et β, mais l'espace qui les sépare normalement paraît moins étendu; on dirait qu'elles tendent à se rapprocher. De plus, on voit apparaître dans le rouge une nouvelle bande d'absorption placée près de la ligne C, entre les divisions 68 et 70 de l'échelle, la ligne D étant toujours à 80.

Qu'indiquent ces nouvelles modifications survenues dans le spectre solaire ?

Le rapprochement des deux bandes α et β de l'oxyhémoglobine porte à penser que cette substance est altérée dans sa composition, qu'elle tend vers sa réduction, car, sous l'influence des agents réducteurs, les deux bandes qui la caractérisent se réunissent en une seule qui occupe l'espace compris primitivement entre les deux.

Quant à la nouvelle bande qui apparaît dans le rouge, elle se rapproche beaucoup par sa position de celle qui se montre lorsqu'on traite une solution d'hémoglobine par quelques gouttes d'acide acétique et qui est celle caractéristique de l'hématine acide.

D'autres réactifs produisent, du reste, le même phénomène : ainsi, avec l'hydrogène sulfuré et les sulfures alcalins, on remarque aussi une bande dans le rouge s'étendant des divisons 67 et 72 de l'échelle. Mais ici il y a en même temps disparition des deux bandes que produit l'oxyhémoglobine ; aussi regarde-t-on ces agents comme capables d'absorber l'oxygène de l'hémoglobine, et Hoppe-Seyler explique la production de la bande dans le rouge comme étant la conséquence de la formation d'hématine.

Pour nous, tenant compte de cette similitude dans les phénomènes spectroscopiques, nous penserons qu'en effet la nitroglycérine réduit une partie de la substance oxygénée du sang, l'hémoglobine, et qu'en même temps elle tend à produire une petite quantité d'hématine acide.

Du sang recueilli sur un animal trois heures avant la mort; chauffé et filtré avec du sulfate de soude, nous a donné la réaction neutre au tournesol.

Ces modifications spectroscopiques ne sont pas constantes et supposent un degré d'intoxication avancé. Si l'on examine du sang pris sur un animal deux ou trois heures avant la mort, déjà sa coloration est altérée, et cependant on n'observe pas de modifications anormales dans le spectre.

De plus, ces changements ne sont pas de longue durée; et, examinée le lendemain, la solution de la veille ne donne maintenant au spectroscope que les deux bandes qui caractérisent l'hémoglobine normale.

Ce phénomène paraît être en contradiction avec l'aspect physique du sang qui, exposé à l'air, au lieu d'avoir repris sa coloration normale, est devenu au contraire plus noir qu'il ne l'était ; mais, d'autre part, il concorde avec ce qu'on observe chez les animaux qui se rétablissent du jour au lendemain et dont les muqueuses reprennent vite leur aspect rosé. Quoi qu'il en soit, d'après les apparences physiques, l'altération de couleur du sang semble disparaître assez vite dans l'organisme. Reste à savoir si elle n'y laisse pas d'autres traces !

Cette propriété de la nitroglycérine, d'empêcher les oxydations dans la masse sanguine que semblent indiquer les modifications survenues dans le spectre solaire, ressort encore d'une autre expérience de

M. Bruel. On sait en effet que le sang veineux exposé à l'air absorbe de l'oxygène et redevient rouge. Eh bien, si on remplit deux soucoupes de sang de la jugulaire d'un lapin, et deux autres de sang artériel de la carotide, puis qu'on traite immédiatement par la nitroglycérine le contenu de deux de ces soucoupes, l'un à sang artériel, l'autre à sang veineux, les deux autres restant comme terme de comparaison, au bout d'un certain temps on remarque :

1° Que le sang artériel traité est devenu noir, tandis que le sang normal est à peine devenu plus sombre ;

2° Que le sang veineux traité est resté non-seulement ce qu'il était au sortir de la veine, c'est-à-dire noir, mais encore qu'il a pris une teinte plus prononcée qui ne paraît pas normale, tandis que le sang veineux ordinaire est devenu rouge comme du sang artériel.

Observé au microscope, on remarque dans ce cas que le lendemain les globules ont conservé leur forme dans le sang qui a été soumis à l'action de la nitroglycérine, tandis que ceux du sang normal se sont dissous.

Cette expérience, instituée par Amez-Droz à propos du nitrite d'amyle, lui avait permis de penser que cet agent devait avoir des propriétés asphyxiantes.

L'analyse des gaz contenus dans le sang des animaux empoisonnés, faite par M. Bruel, est venue confirmer cette opinion.

Dans une première expérience il a cherché à déterminer la quantité absolue de ces gaz.

Expérience, 30 *mai*. — Chien du poids de $6^{kil},500$, empoisonné à 12 h. 1/4 avec 60 gouttes de nytroglycérine, injectées dans le tissu cellulaire sous-cutané.

A 5 heures, température rectale, 36°. On extrait de l'artère carotide 25 grammes de sang noirâtre qui, analysés, donnent :

$$25 \text{ gr. donnent : } \left\{ \begin{array}{l} \text{Gaz } 18^{cc},3 \\ \text{à } 0° \text{ et } 760 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Après KO } \quad 1^{cc},7 \\ \text{Après pyrog. } 0^{cc},5 \end{array}$$

ce qui fait pour :

$$100 \text{ gr. de sang artériel : } \left\{ \begin{array}{l} \text{Gaz } 73^{cc},4 \\ \text{à } 0° \text{ et } 760 \end{array} \right\} \text{ dont : } \left\{ \begin{array}{l} CO^2 \quad 66^{cc},4 \\ O \quad 5^{cc} \\ Az \quad 2^{cc} \end{array} \right.$$

L'animal meurt à 6 h. 1/4. A l'autopsie : lésions habituelles de l'empoisonnement ; on trouve dans la vessie une grande quantité d'urine qui, examinée avec les réactifs ordinaires, donne :

Avec Az^{O5} : pas de précipité.
Avec la liqueur de Barreswil : réduction énergique.

Ce résultat était concluant.

Cinq quarts d'heure avant la mort, il n'y avait déjà plus que 5 cen-

centimètres cubes d'oxygène dissous dans 100 grammes de sang, et on sait que la moyenne physiologique est de 15 à 25 centimètres cubes.

L'animal, avec une si petite quantité d'oxygène, succombait donc asphyxié, et ainsi se trouvait justifiée l'interprétation donnée plus haut des différents phénomènes observés et décrits.

Dans cette expérience on n'avait pas de donnée comparative, car on n'avait pas fait l'analyse du sang normal. De plus, une nouvelle question se présentait : ce sang intoxiqué était-il capable de se régénérer, pouvait-il absorber encore de l'oxygène ?

C'est pour répondre à ces indications que fut instituée l'expérience suivante :

Expérience. — Le 31 mai, je faisais à 1 h. 1/4 une saignée dans l'artère fémorale d'un chien de 12 kilogrammes. J'en extrais, avec la seringue, 40 grammes de sang environ, qui sont immédiatement agités à l'air pendant dix minutes.

L'analyse de 25 grammes de ce sang donne :

$$\text{Gaz } 15^{c},4 \begin{cases} \text{Après KO} \ldots & 6^{cc},4 \\ \text{Après pyrog.} & 0^{cc},4 \end{cases}$$

ce qui fait pour 100 grammes :

$$\text{Gaz } 61^{cc},6, \text{ dont : } \begin{cases} CO^2 & 36^{cc} \\ O & 24^{cc} \\ Az & 1^{cc},6 \end{cases}$$

A 1 h. 1/2, j'empoisonne l'animal en lui pratiquant cinq injections de 20 gouttes chacune de nitroglycérine.

A 3 h. 1/2 il est affaissé, respire péniblement ; cyanose très-prononcée des muqueuses. A ce moment, nouvelle saignée sur la même artère et extraction de 35 grammes de sang altéré, couleur sæpia. Comme pour e premier, je l'agite pendant dix minutes à l'air libre, et à l'aide de la pompe à mercure et de la chaleur je fais l'analyse de 25 grammes, et e trouve.

$$\begin{matrix} \text{25 gr. de sang} \\ \text{contiennent :} \end{matrix} \Big\} \text{ Gaz } 6^{cc},3 \begin{cases} \text{Après KO} \ldots & 1^{c},6 \\ \text{Après pyrog.} & 0.4 \end{cases}$$

ce qui fait pour 100 grammes de sang intoxiqué :

$$\text{Gaz } 25^{cc},2, \text{ dont : } \begin{cases} CO^2 & 18^{cc},8 \\ O & 4.8 \\ Az & 1.6 \end{cases}$$

Bande dans le rouge au spectroscope, avec rapprochement des raies de l'hémoglobine, urine contenue dans la vessie : ne précipite pas avec Az^{05} ; réduit énergiquement la liqueur de Barreswil.

Mort à 6 heures et quelques minutes.

Dans cette expérience, si l'on ne considère que l'oxygène, on voit que

100 grammes de sang normal en absorbent 24 centimètres cubes, tandis que la même quantité de sang intoxiqué ne peut en absorber que $4^{cc},8$. Donc, diminution réelle de l'oxygène dans le sang, impossibilité de l'absorption et par conséquent mort fatale par asphyxie.

D'autres analyses n'ont pas été moins concluantes :

Expérience. — Le 11 juin, je trouve, quatre heures après l'intoxication, que 25 grammes de sang artériel, agités à l'air libre pendant dix minutes, donnent à l'analyse :

25 gr. de sang artériel : { Gaz 7^{cc} à 0° et 760 } dont : { CO^2 4.8 ; O 1.8 ; Az 0.4 }

ce qui fait pour 100 grammes :

Gaz 28^{cc} à 0° et 760 } dont : { CO^2 $19^{cc},2$; O $7^{cc},2$; Az 1.6 }

Et pour le plus grand volume d'oxygène absorbé, $7^{cc},2$.

Urine. — Réduit la liqueur de Barreswil.

Expérience, 16 *juin.* — Chien de moyenne taille. Analyse du sang normal avant l'intoxication :

100 gr. de sang artériel agité donnent : { Gaz $56^{cc},8$ à 0° et 760 } dont : { CO^2 $32^{cc},4$; O $22^{cc},8$; Az 1.6 }

Six heures après l'intoxication :

100 gr. de sang artériel agité donnent : { Gaz $27^{cc},2$ à 0° et 760 } dont : { CO^2 $17^{cc},6$; O $7^{cc},2$; Az $2^{cc},4$ }

Pour le plus grand volume d'oxygène absorbé : avant l'intoxication, $22^{cc},8$; pendant l'intoxication, $7^{cc},2$.

Résumons le résultat de ces quatre analyses dans le tableau suivant :

		100 GRAMMES DE SANG ARTÉRIEL CONTIENNENT					
		Gaz à 0° et à 700	CO^2	O	Az	Pour le plus grand volume d'oxygène absorbé	Différence
EXPÉRIENCE.	Normal..	....	....	....	....	.....	.....
	Intoxiqué.	$73^{cc},4$	$66^{cc},4$	5^{cc}	2^{cc}	.....	.....
EXPÉRIENCE.	Normal..	61.7	36	24	1.6	24^{cc}	$19^{cc}2$
	Intoxiqué.	25.2	18.8	4.8	1.6	4.8	
EXPÉRIENCE.	Normal..	....	....	....	....	.....	.....
	Intoxiqué.	28	19.2	7.2	1.6	7.2	.....
EXPÉRIENCE.	Normal..	66.8	32.4	22.8	1.6	22.8	15.6
	Intoxiqué.	27.2	17.6	7.2	2.4	7.2	

Ce tableau montre :

1° Que le sang intoxiqué contient une faible quantité d'oxygène dissous ;

2° Que ce sang artériel ne peut recouvrer sa propriété absorbante, puisqu'il y a, pour le plus grand volume d'oxygène absorbé avant et pendant l'intoxication, une différence qui varie entre 15^{cc},6 à 19^{cc},2 pour 100 grammes de sang ;

3° Que d'une façon absolue, le plus grand volume des gaz dissous dans le sang est moindre dans le sang intoxiqué que dans le sang normal.

Ces résultats connus, il était intéressant de savoir si dans les échanges gazeux qui se passent dans le poumon, on observerait des variations en rapport avec celles du sang. M. Bruel donne, à ce sujet, le résultat d'une expérience réalisée à sa demande par MM. Jolyet et Regnard :

Expérience. — Le 13 juillet, on met en rapport avec l'appareil dont ces expérimentateurs se sont servis pour des recherches du même ordre un très-jeune chien du poids de 6^{kil},750 :

Il consomme en 1 heure. Oxyg. à 0 = 6^{l},526
Il exhale » CO^2 à 0 = 3^{l},466

$$\text{Rapport de } \frac{CO^2}{O} = \frac{3.466}{6.526} = 0.53$$

Le lendemain, 14 juillet, injection dans le tissu cellulaire de 70 à 75 gouttes de nitro glycérine, à 11 h. 1/2.

A 4 heures du soir, l'animal est placé en rapport avec l'appareil :

Il consomme en 1 heure, Oxyg. à 0 = 3^{l},672
Il exhale — CO^2 à 0 = 2^{l},332

$$\text{Rapport de } \frac{CO^2}{O} = \frac{2.332}{3.672} = 0.63.$$

Différence entre l'oxygène absorbé avant et pendant l'intoxication : 6,526 — 3,672 = 2,854.

Différence entre l'acide carbonique exhalé avant et après l'intoxication : 3,466 — 2,332 = 1,134.

L'analyse du sang, faite à 5 heures, nous a donné :

1° Pour 100 gr. de sang non agité :	CO^2	22^{cc},4
	O	5.1
	Az	2
2° Pour 100 gr. de sang agité :	CO^2	12^{cc}
	O	6.1
	Az	2

Mort à 6 heures.

Ainsi donc, sous l'influence de l'intoxication, l'animal, pour le même

espace de temps, consomme $2^l,856$ d'oxygène en moins, et exhale $1^l,134$ de CO^2 en moins ; donc diminution dans les échanges gazeux, ce qui concorde avec ce qu'on observe dans le sang.

Celui-ci, sous l'influence du poison, perdant peu à peu sa propriété de dissoudre de l'oxygène, devait s'en charger de moins en moins dans le poumon ; ici il y a une différence de moitié environ avec la normale, et cette différence se fût encore accentuée si l'analyse eût été faite à une période plus avancée de l'empoisonnement.

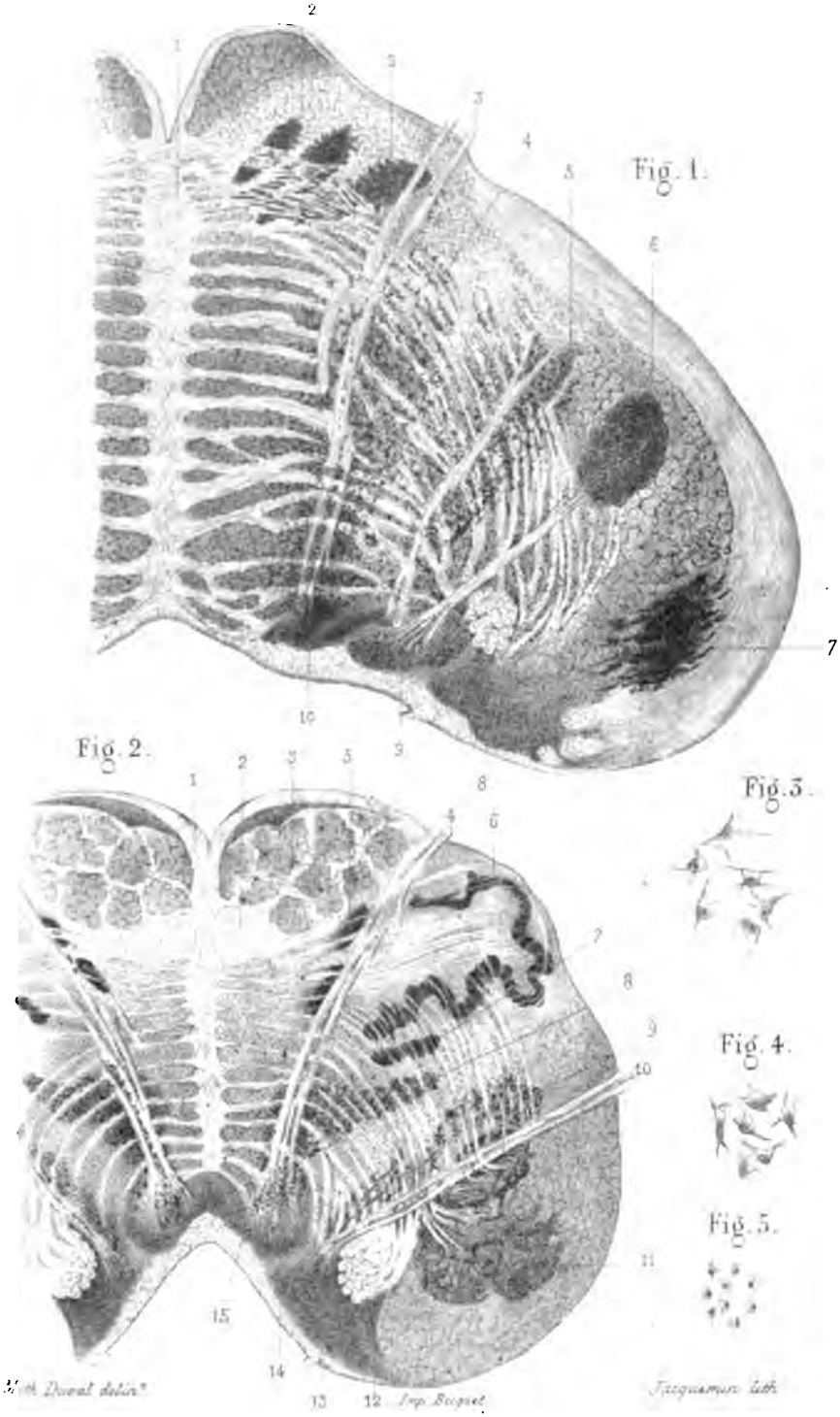
Avec une absorption aussi limitée d'oxygène, les combustions devaient être peu vives dans l'organisme ; aussi y a-t-il une plus petite quantité de CO^2 exhalée.

Cependant, si, d'une façon absolue, il y a moins de carbone brûlé dans l'économie, il y a en même temps, relativement à l'oxygène, plus d'acide carbonique exhalé pendant l'intoxication, puisque les rapports $\frac{CO^2}{O}$ sont entre eux comme 0.53 est à 0.63.

On voit aussi, dans cette expérience, qu'une heure avant la mort le sang intoxiqué a pu absorber encore 1 centimètre cube d'oxygène pour 100 grammes.

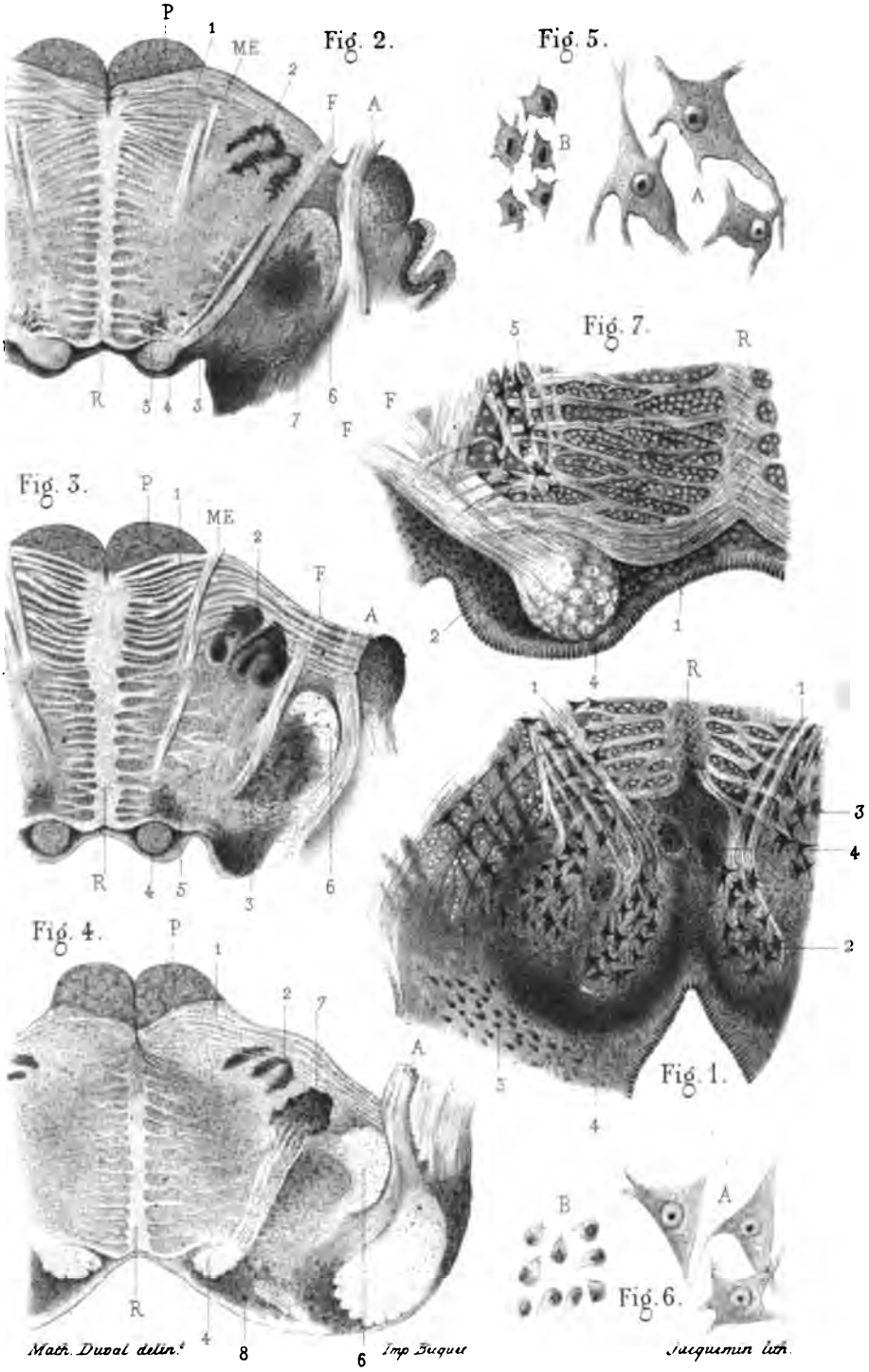
Le propriétaire-gérant
GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.



Nerfs crâniens. PL. I.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Nerfs crâniens. PL. II

Germer Baillière, Libraire à Paris.

ÉTUDE

D'UN

MONSTRE PLEURO-CÉLOSOMIEN

Par M. le Dr Er. MARTIN
Lauréat de l'Académie de médecine (Prix Portal)

Et M. LETULLE
Interne des hôpitaux de Paris.

PLANCHES XV ET XVI

Nous devons à l'obligeance du docteur Guéniot de pouvoir présenter ici un travail sur un cas de monstruosité qui est assez rare et qui possède, par conséquent, de l'intérêt au point de vue tératologique. D'après la classification de Geoffroy Saint-Hilaire, ce monstre appartient à la première classe (monstres unitaires) ; à l'ordre premier (monstres autositaires), à la deuxième tribu (célosomiens). Il participe à la fois des deux derniers des six genres de célosomiens, c'est-à-dire au genre pleurosome et au genre célosome. Sans nous arrêter sur la description classique de ces deux genres, nous aborderons immédiatement l'étude de notre sujet, nous réservant, à la fin de notre travail, de montrer les points par lesquels le monstre se rattache ou s'écarte de cette description.

Afin de donner une idée générale de l'aspect extérieur, nous supposons le cadavre placé sur le dos et présentant conséquemment le plan antérieur : or, on voit ainsi que, de presque tous les points du thorax et de l'abdomen, et suivant une ellipse, se détache une membrane translucide qui va s'épanouissant de manière à constituer une poche contenant la plupart des viscères.

A cette poche s'accole la membrane amniotique qui renferme le fœtus : notre planche XV peut donner une idée des rapports de ces deux membranes. Sans insister sur les autres points de morphologie extérieure, clairement présentés dans le travail du docteur Guéniot (1), nous devons cependant mentionner l'absence complète du membre supérieur gauche et l'atrophie des parois thoracique et abdominale correspondantes; ce vice de conformation, joint à l'éventration, justifie la dénomination de monstre pleuro-célosomien que nous lui attribuons : faisons toutefois certaines réserves sur lesquelles nous reviendrons à la fin de ce travail.

Le fœtus, du sexe féminin, est né, au dire de la mère, au septième mois. Il mesure 36 centim. 1/2 ; les membres inférieurs, le membre supérieur droit, l'extrémité céphalique, se présentent avec leur forme, leurs dimensions, leurs rapports respectifs normaux. Seul, le membre supérieur gauche fait défaut; la paroi abdominale est incomplète et donne issue, par un orifice elliptique, à la plus grande partie des viscères abdominaux. Cet orifice déborde de 3 centim. environ, et à gauche, la ligne médiane, d'où il résulte une éventration latérale gauche, ce qui constitue, d'après Geoffroy Saint-Hilaire, un fait exceptionnel.

Les dimensions de l'orifice d'éventration sont: 7 centim. de diamètre vertical, 5 de diamètre transversal. Au fond de l'éventration, au-dessus des viscères abdominaux, apparaît une ouverture par laquelle la moitié gauche du thorax communique avec l'abdomen. Le cordon ombilical se détache de la partie inférieure du bord droit de l'orifice (pl. XV) ; il mesure 12 centim. et chemine entre la portion de péritoine hernié et la membrane amniotique qui présente dans ce cas une disposition spéciale. Du pourtour de l'éventration part une membrane blanchâtre, translucide, qui enveloppe complétement la masse herniée et qui n'est autre que l'épanouissement des lames thoraciques et ventrales arrêtées dans leur évolution. Cette membrane se continue sans interruption avec la peau qui limite l'orifice, et sa face profonde est net-

(1) In *Arch. de tocologie*, septembre 1875.

tement doublée par le péritoine pariétal. En quittant la paroi abdominale, le cordon décrit quelques sinuosités peu étendues dont la forme générale représente une masse charnue triangulaire ; à l'angle inférieur se rendent les artères ombilicales et l'ouraque ; à l'angle supérieur vient aboutir la veine ombilicale (pl. XV). Nous signalerons cette particularité que cette veine est isolée dans la cavité péritonéale sur un parcours de 2 centim., après lequel elle gagne la paroi abdominale.

A quelque distance du placenta, les vaisseaux du cordon se dissocient de nouveau et pénètrent par trois points distincts dans l'épaisseur des cotylédons. L'organe placentaire ne nous offre aucune particularité digne d'être signalée en dehors de la description que lui a consacrée le docteur Guéniot.

Abordons maintenant l'étude des organes composant la masse herniée.

ABDOMEN.

Le foie adhère, par la partie supérieure, à la membrane d'enveloppe. A droite, et dans un point de la surface de l'organe, se détache une bride cellulo-membraneuse, aplatie, épaisse, qui va se perdre en haut et profondément à quelques millimètres de la clavicule ; nous la regardons comme un vestige du ligament suspenseur.

L'ovaire et la trompe gauches apparaissent à la partie la plus inférieure et latérale gauche de l'orifice d'éventration. Il n'est pas inutile de noter que ces organes participent eux-mêmes à la hernie.

Quant aux autres organes, tels qu'estomac, intestin grêle, gros intestin dans les deux tiers de son trajet, rate, pancréas, rein gauche, il n'y a rien à signaler de leur côté si ce n'est le changement des rapports résultant forcément de leur issue.

Le péritoine, après avoir formé comme de coutume les divers replis reliant entre eux les viscères abdominaux, arrive au-dessus du rein gauche, et là ne rencontre pas la face inférieure du diaphragme. Il se continue à ce niveau sans ligne de démarcation apparente avec la plèvre gauche et forme avec celle-ci *un orifice ovalaire* large de 2 centim. environ. Cet orifice laisse déborder la

partie inférieure du poumon gauche (pl. XVI, fig. 2). Il est limité, *à gauche*, par le rebord des côtes arrêtées dans leur développement tout près des articulations chondro-costales ; *en avant*, par une membrane née de l'accolement de la plèvre pariétale et du péritoine, et qui se présente sous l'aspect d'un repli falciforme, à bord tranchant (pl. XVI, fig. 2) ; *en arrière*, par une surface lisse au niveau de laquelle la plèvre tapissant la partie la plus reculée de la cage thoracique, fait suite au péritoine pariétal.

Cette ouverture nous semble être le témoin de l'arrêt de développement de la cloison pleuro-diaphragmatique dans cette partie du monstre atteint par le travail d'atrophie.

THORAX.

Cavité pleurale gauche. Le poumon se présente sous forme d'une lame de 3 à 4 millim. d'épaisseur ; deux échancrures, situées à l'union du tiers supérieur avec les deux tiers inférieurs, sont les vestiges du sillon qui démarque normalement les deux lobes de l'organe.

Cavité pleurale droite. Le poumon est incomplétement trilobé ; il est moins étendu que le gauche et plus épais en arrière.

Nous avons déjà, à propos de la cavité abdominale, indiqué que la partie inférieure du poumon gauche dépasse légèrement l'orifice pleuro-péritonéal ci-dessus décrit.

Cœur. — Le péricarde repose sur le diaphragme dont il se détache aisément : quant au cœur lui-même, l'examen qui en a été fait, l'a montré normal ; aussi devons-nous rapprocher ce fait de la description qu'on trouve dans l'ouvrage de Geoffroy Saint-Hilaire et d'après laquelle, dans ces cas, les cloisons interauriculaire et ventriculaire sont incomplètes.

Quant aux autres particularités que l'examen du monstre a pu mettre en relief, elles ont été l'objet d'une description que le docteur Guéniot a faite avec le plus grand soin dans le travail dont nous avons déjà indiqué la source.

SYSTÈME MUSCULAIRE.

L'examen des plans musculaires du thorax et de l'abdomen ne

pouvait manquer d'offrir de l'intérêt ; nous nous y arrêterons donc quelques instants.

Abdomen.— Lorsqu'on met à nu les diverses couches de la paroi abdominale antérieure, on constate que tous les muscles y sont représentés ; nous trouvons ainsi, à droite (fig. 1, pl. XVI), le grand droit, les obliques, le transverse, le pyramidal ; le grand droit limite dans sa moitié supérieure l'orifice d'éventration.

Du côté gauche, ces mucles sont également représentés, mais avec un développement moindre ; ils ont donc été frappés eux-mêmes par l'atrophie.

Il n'existe pas d'intersections aponévrotiques sur le trajet des grands droits.

Les aponévroses abdominales sont très-normales au-dessous de l'éventration.

Diaphragme. — Ce muscle est normal dans sa moitié droite ; son pilier descend jusqu'à la troisième vertèbre lombaire : dans sa moitié gauche il est atrophié et descend moins bas. Ses deux piliers laissent d'ailleurs passer, comme d'ordinaire, l'aorte et l'œsophage. La veine cave répond, en dehors du pilier droit, à la partie externe d'une aponévrose, sur laquelle nous reviendrons plus loin. En dehors du pilier gauche, le reste du diaphragme n'est représenté que par un petit faisceau ascendant, se rendant au centre aponévrotique et formant la partie la plus profonde de l'orifice pleuro-péritonéal.

Thorax. — Paroi antérieure. Le grand pectoral droit est normal ; le gauche, moitié moins épais que son congénère, semble aboutir par sa partie externe à un tissu aponévrotique qui lui est commun avec la partie terminale du deltoïde. Par la partie interne, il est séparé du pectoral droit par un espace d'environ 2 millim. Il va s'insérer (pl. XVI, fig. 3, A) sur un noyau cartilagineux que nous considérons comme le sternum arrêté dans son développement. Quant à son insertion claviculaire, elle est normale.

La peau recouvrant ce grand pectoral gauche, descend à 2 centimètres au-dessous de la clavicule et se termine alors au bord inférieur de l'éventration ; elle limite avec lui une sorte

d'infundibulum, cavité thoracique secondaire, tapissée par le péritoine hernié en avant de la cage thoracique. Un point important à noter c'est que cette paroi gauche est constituée par le seul muscle grand pectoral (pl. XVI, fig. 1).

La paroi postérieure de cet infundibulum est formée par trois couches : 1° un feuillet péritonéal postérieur où vont les tractus fibreux qui retiennent le foie (pl. XVI, fig. 2) ; 2° un plan musculaire incomplet, formé de fibres convergeant vers le centre aponévrotique et recouvrant les plèvres et le péricarde, et dans lequel on distingue trois faisceaux : un droit partant du rebord des côtes et du sternum atrophié, un gauche descendant du lieu de terminaison de la peau au niveau du bord gauche de l'éventration; un moyen qui remonte verticalement et semble s'insérer à la clavicule gauche (pl. XVI, fig. 2). Le faisceau droit forme avec le bord antérieur du diaphragme un angle droit qui limite le cul-de-sac antérieur de la cavité pleurale de ce côté. Doit-on considérer ces divers faisceaux comme les vestiges ou représentants des muscles qui manquent sur cette paroi, c'est-à-dire le petit pectoral, le triangulaire sternal et les intercostaux?

Parois latérales du thorax. — A droite, l'appareil musculaire est normalement conformé; à gauche, au contraire, tous les muscles sont atrophiés, déviés dans leurs rapports et leurs insertions, conséquence inévitable de l'arrêt d'évolution qu'a subi le membre supérieur; toutefois les insertions fixes des diverses masses musculaires, qu'on parvient à grand'peine à isoler, nous permettent assez souvent d'assigner à chacune d'elles un nom conforme à l'analogie. Ainsi, on distingue sur les parties latérales et inférieures du thorax gauche, trois muscles volumineux: 1° un *grand dorsal* qui, partant de l'aponévrose dorso-lombaire à la hauteur des six dernières vertèbres dorsales, se porte horizontalement en avant pour se fixer au bord de l'éventration à la hauteur de la sixième côte en un point où on sent un *saillie cartilagineuse* (pl. XVI, fig. 3, G D). Ce point correspond à la partie la plus élevée du bord antérieur de l'orifice pleuro-péritonéal; 2° un muscle auquel il est malaisé d'assigner un nom et qu'on peut regarder comme le faisceau inférieur ou costal du grand

pectoral, parce que sa gaîne d'enveloppe donne (pl. XVI, fig. 3, G″) insertion à la partie supérieure du grand droit. Ce faisceau, de forme triangulaire, s'insère lui-même : en bas sur le bord de l'éventration dans sa moitié inférieure et sur les côtes sous-jacentes, en haut avec le grand dorsal, au niveau même de l'éventration, sur le même point cartilagineux qui représenterait, suivant nous, les côtes atrophiées (fig. 3, B) ; 3° plus profondément, un faisceau vertical, à six digitations, partant des six dernières côtes et qui, croisant le grand dorsal, s'en va à l'angle inférieur du scapulum. Nous considérons ce muscle comme le grand dentelé (XX, fig. 3).

Épaule. — Le deltoïde part de l'épine de l'omoplate dans ses trois-quarts externes ; dans son cinquième interne, il part du bord acromial et du bord antérieur de la clavicule. Ses fibres se portent en bas pour converger sur une lame aponévrotique où s'insère en dehors le grand pectoral, et profondément sur un plan fibreux recouvrant la tête cartilagineuse de l'humérus (fig. 3, D).

Par la partie inférieure de son bord postérieur, ce deltoïde donne insertion au grand rond qui s'attache d'autre part à l'angle du scapulum (fig. 3, GR). De ce point d'insertion du bord postérieur du deltoïde part un faisceau P qui marche verticalement et vient se perdre sur une masse musculaire P′ (P, fig. 3) que nous regardons comme l'ensemble du système musculaire du bras. Cette masse (PP′, fig. 3), recouverte en partie par le deltoïde, s'attache en haut aux faisceaux fibreux qui entourent la cavité glénoïde et la tête humérale, et en bas, sur les bords de l'éventration, sur le second point de convergence situé au-dessus du noyau cartilagineux décrit plus haut (B, fig. 3, pl. XVI).

Le sous-scapulaire, également représenté, va se terminer à l'orifice d'éventration au même point que les muscles P et P′, 5 (SS, fig. 3).

Les sus et sous-épineux ont leurs insertions normales sur l'omoplate et vont s'épanouir sur la capsule fibreuse humérale (SE fig. 3). Le grand rond part de la pointe du scapulum et se perd sur l'enveloppe fibreuse de la tête humérale (GR, fig. 8).

Tous les muscles des régions postérieures thoracique et dorso-lombaire sont normaux et paraissent également développés, sauf le rhomboïde dont l'insertion antérieure est régulière, mais qui envoie un faisceau allant à l'orifice d'éventration au point où convergent les muscles P et P′ (RR′, fig. 3).

Région cervicale. — A droite, muscles normaux; à gauche, les deux scalènes s'insèrent sur la première côte fort abaissée. Ils paraissent ainsi plus longs mais moins épais que leurs congénères.

Le trapèze, dans la moitié gauche, est beaucoup moins épais et moins étalé qu'à droite, le scapulum se trouvant de ce côté, abaissé et tourné en avant.

VAISSEAUX.

L'état du système vasculaire de la région atrophiée, n'a pu être examiné, vu la macération des parties. Notons cependant que la sous-clavière, arrivée au niveau de l'épaule, se trouve aussitôt réduite à un mince filament qui va se perdre dans les muscles et la peau.

NERFS.

Les branches d'origine du plexus brachial et des rameaux collatéraux sont sensiblement moins volumineux et moins riches qu'à droite. Ils existent pourtant, s'anastomosent entre eux et envoient un certain nombre de filets qui se distribuent aux muscles de l'épaule et à la peau de la région.

Les plus importantes de ces branches sont : celle du grand dentelé, émanant de la première et de la deuxième paire cervicale; celle des grand et petit pectoraux qui part de la troisième et quatrième paire; le filet partant des première et deuxième paires, et allant au sous-scapulaire et aux divers muscles représentant la région brachiale. Une autre branche naissant des première et deuxième paires, se porte encore au grand pectoral; de la deuxième paire se détachent plusieurs filets qui vont se perdre à la face profonde de la peau du thorax et à la région profonde du muscle rayonné, décrit fig. 2, pl. XVI.

Le phrénique gauche, petit, atrophié, part de la première et de la deuxième paire et va se terminer dans la moitié gauche du diaphragme atrophié. De la quatrième paire part un filet qui va à la peau du creux axillaire.

Le grand sympathique à la région cervicale participe de la gracilité des autres nerfs de cette région atrophiée.

L'état de putréfaction avancée de la moelle nous a interdit toute recherche des modifications qu'elle a pu recevoir dans son volume et sa structure, étant donné l'état d'atrophie du plexus cervical gauche ; nous devons faire mention, à ce propos, de la note intéressante et des recherches du docteur Troisier, consignées dans les *Archives de Physiologie* (*note sur l'état de la moelle dans un cas d'hémimélie unithoracique*. — 1873).

SQUELETTE.

Il y a absence absolue du membre supérieur gauche; on trouve seulement au niveau de la cavité glénoïde du scapulum, rattaché à cette cavité par des tractus fibreux assez résistants, un noyau cartilagineux que nous avons décrit à propos des muscles auxquels il sert de point d'insertion. Ce noyau peut être considéré comme le représentant de la tête humérale et de la partie de l'os à laquelle aboutissent ceux des muscles normaux que nous avons retrouvés.

Le scapulum et la clavicule nous paraissent normalement développés. La cage thoracique droite est régulièrement conformée; les cartilages costaux et la clavicule s'articulent sur une bande cartilagineuse qui représente la moitié droite du sternum. A gauche, la portion claviculaire du sternum existe avec son articulaire sterno-claviculaire; mais l'atrophie commence à ce point et alors apparaît l'éventration. Le côté de la cage thoracique n'est plus représenté que par onze côtes qui sont elles-mêmes incomplètes et affectent une direction presque verticale, sans la même incurvation qu'à l'ordinaire. Nous rappellerons ici les deux points ou noyaux cartilagineux, situés sur le bord gauche de l'éventration et décrits à propos des muscles.

Il n'y a rien dans le reste du squelette qui nous ait paru digne d'être signalé.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

En rapprochant les particularités qui constituent l'anomalie dont nous venons de présenter un exemple, de celles que Geoffroy Saint-Hilaire a signalées comme étant les caractères du genre, nous voyons que l'absence du membre thoracique gauche fait rentrer notre cas dans la description que cet auteur a fournie; il en est de même de la conformation régulière de la tête. Mais notre monstre s'écarte de la description au point de vue des dimensions du corps. Celles-ci sont en effet à peu près les mêmes que chez un fœtus normal de même âge. Geoffroy Saint-Hilaire admet que la brièveté du corps tient à ce que les organes étant herniés, il n'est pas besoin de cavités aussi spacieuses pour les loger et que conséquemment la longueur du sujet doit se trouver diminuée dans le rapport du volume de la masse herniée.

Dans le cours de notre travail nous avons montré la conformation normale du cœur; c'est là un point important, car dans l'anomalie qui nous occupe, cet organe affecte ordinairement une simplification de structure portant sur une réduction plus ou moins considérable des cloisons inter-auriculaire et inter-ventriculaire.

La plupart des pleurosomes observés montrent la lésion à droite avec une atrophie du membre supérieur du côté correspondant. Geoffroy Saint-Hilaire cite, à ce propos, cinq pleurosomes humains dont la fissure est située à gauche, et il a soin de faire remarquer que ce sont là autant d'exceptions; il en résulte donc que notre pleurosome est lui-même un cas qui sort de la règle ordinaire.

La torsion des membres inférieurs est assez fréquente chez ces pleurosomes. Lorsqu'elle affecte surtout un seul côté et s'il s'agit spécialement d'un pied-bot, la déviation ne semble pas être aussi directement en rapport avec le côté où siége l'éventration, que cela a lieu pour le membre supérieur atrophié. C'est ainsi que

chez le nosencéphale pleurosome de Pondichéry, dont le docteur Hamy a donné une si intéressante étude dans ce recueil (mai 1874), le pied-bot se trouvait du côté opposé à la pleurosomie. Geoffroy Saint-Hilaire rattache cette lésion à la brièveté du cordon qui mettrait obstacle à la mobilité du fœtus dans la cavité utérine ; il nous semble qu'on doit plutôt voir dans ce fait l'indice d'un trouble général de l'innervation.

L'avortement complet d'un membre avec altération constante d'une étendue appréciable du centre cérébro-spinal sont deux faits corrélatifs, et l'on trouve dans les archives de physiologie (1873) un travail qui vient étayer cette hypothèse. Le docteur Trosier a étudié dans ce travail les modifications subies par la moelle ; il a constaté que la lésion de la substance nerveuse était exactement limitée aux points d'émergence des nerfs départis au membre atrophié ; il considère cette lésion comme une agénésie des éléments nerveux comprenant presque uniquement la substance grise. Nous regrettons que l'état de décomposition avancée de notre monstre ne nous ait pas permis de nous livrer à un examen histologique sur lequel la savante étude du docteur Troisier avait attiré notre attention ; mais ainsi que nous l'avons montré dans la description, l'état du plexus cervical ne nous laisse guère de doute sur l'altération de la région correspondante de la moelle.

Est-ce la lésion nerveuse qui est la cause de l'atrophie du membre ? Est-ce l'atrophie du membre qui a produit l'agénésie des éléments nerveux ? C'est une question à laquelle il est difficile de donner une solution catégorique ; on peut concevoir une action mécanique s'exerçant sur un point du membre qui, trouvant un obstacle à son évolution, n'a plus alors besoin du réseau sensitif et moteur lequel s'atrophie à son tour ; les belles recherches de Vulpian, relatives à l'influence de l'abolition des fonctions des nerfs sur les régions de la moelle épinière d'où ils émanent, viennent sans doute éclairer le problème, mais les lois qui régissent les phénomènes tératologiques sont vraisemblablement d'un ordre différent, et jusqu'ici il est difficile d'aller au delà de ces lois formulées si magistralement par Geoffroy Saint-Hilaire.

La monstruosité dont nous venons de nous occuper, est fort rare chez les animaux et beaucoup plus fréquente dans l'espèce humaine. Aussi en trouve-t-on d'assez nombreuses indications dans la science ; mais on se borne le plus souvent à une description rapide et à quelques détails de morphologie extérieure. Des études minutieuses du genre de celle qu'a présentée le docteur Hamy au sujet de son nosencéphale pleurosome, sont infiniment précieuses. Sans prétendre avoir accompli un travail aussi sérieux, nous espérons que la dissection attentive à laquelle nous nous somme livrés, pourra être profitable à l'histoire et aux doctrines tératologiques exposées avec tant d'autorité par l'illustre auteur de l'anatomie philosophique.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XV.

Cette planche est destinée à donner une idée générale de l'ensemble du sujet. Elle montre :

1° L'arrêt de développement qui a frappé le membre supérieur gauche du côté de l'éventration ;

2° L'orifice d'éventration qui occupe une étendue considérable de la paroi thoraco-abdominale gauche.

A. Membrane mince, blanchâtre, qui enveloppe les viscères abdominaux et s'insère au pourtour de l'orifice d'éventration où elle se continue directement avec la peau de la paroi thoraco-abdominale.

B. On aperçoit en B. la membrane amniotique accolée à la poche herniaire A qui représente les lames ventrales arrêtées dans leur développement.

F. Le foie et les anses intestinales qui apparaissent au dehors de la cavité abdominale.

O. Le cordon ombilical soulevé légèrement au-dessus du placenta, et passant entre la poche herniaire et la membrane amniotique.

P. Placenta, qui n'offrait rien d'anormal.

PLANCHE XVI.

Cette planche a pour but de rappeler les détails les plus importants de la dissection du monstre pleurosome.

Fig. 1. Vue de face :

Sd. Sg. Les deux sterno-cleido-mastoïdiens, d'égal volume, diffé-

rant un peu cependant au point de vue de leur forme : le sterno-mastoïdien droit, *Sd*, offre un aspect normal, tandis que pour le gauche, *Sg*, les deux faisceaux sternal et claviculaire se sont intimement fusionnés.

L'épaule droite est normale ; les muscles deltoïde et grand pectoral ont leurs rapports et leur forme habituels. L'épaule gauche au contraire est plus petite ; le travail atrophique commence.

A. Grand pectoral gauche. S'insérant en dehors sur un tissu aponévrotique. Commun avec le deltoïde. En dedans, vers le sternum, il est séparé de son congénère par un espace de 2 millimètres environ.

Ce muscle grand pectoral gauche représente, à lui seul, la paroi thoracique gauche. La face profonde de ce muscle est doublée par le feuillet antérieur du cul-de-sac péritonéal remontant presque au niveau de la clavicule. La peau descendait à deux centimètres environ au-dessous de la clavicule ; c'est alors que commençait l'orifice d'éventration.

A'. Grand pectoral normal.

D. Deltoïde gauche, atrophié.

D'. Deltoïde droit normal.

G représente le grand droit abdominal droit normal, et limitant à droite l'orifice d'éventration qui est bien manifestement latérale gauche.

Fig. 2. La figure 2 montre la partie antérieure de l'orifice pleuro-péritonéal qui fait communiquer la cavité pleurale avec le péritoine.

P. Le poumon, dont l'extrémité inférieure apparaît au-dessous du repli falciforme qu'il déborde d'une façon notable.

F. Le foie, retenu au centre phrénique.

C. Centre phrénique (le diaphragme se trouve supprimé). Au centre phrénique viennent se rendre, par l'intermédiaire de tractus fibreux, des faisceaux muculaires innominés qui se distinguent en :

a, va s'insérer sur le bord droit de l'éventration, au niveau de la portion du sternum existante ;

a', second faisceau qui monte verticalement jusqu'à la clavicule gauche sur laquelle il parait se perdre ;

a'', troisième faisceau s'attachant au bord gauche de l'éventration.

Ce plan musculaire était recouvert par le cul-de-sac péritonéal qui remontait sur la peau à la face profonde du grand pectoral. Il recouvre le feuillet pariétal de la plèvre gauche, avec laquelle il fait, au niveau de l'orifice pleuro-péritonéal, un repli falciforme concave très-remarquable.

R. Repli falciforme.

Le grand pectoral et la peau qui dépassait son bord inférieur complètent la paroi thoracique gauche, en avant de cette lame musculaire et séreuse qui fait remonter la cavité péritonéale jusqu'au-dessous de la clavicule gauche.

T. Paroi thoracique.

Fig. 3. Nous avons voulu montrer dans la figure 3 l'ensemble des muscles de la paroi thoracique atrophiée.

L'omoplate a été ramenée dans le plan antéro-latéral de la paroi thoracique.

SP représente le bord spinal de l'omoplate.

O l'orifice d'éventration.

A. Noyau cartilagineux de la grosseur d'une petite lentille, adhérent au bord de l'éventration où se terminent les côtes atrophiées. C'est, comme on peut voir, un centre d'insertions musculaires. Nous le considérons comme représentant la partie atrophiée du sternum, ainsi que la partie supérieure du bras atrophié.

B. Second point cartilagineux, plus petit que le précédent; second centre d'insertions musculaires. Il répond aux côtes atrophiées de ce côté du thorax.

D. Deltoïde atrophié.

G′, G′, G″. Plan musculaire représentant les pectoraux étalés. G est surtout épais et rappelle bien le grand pectoral arrêté dans son développement.

SS. Sous-scapulaire allant se perdre à l'orifice d'éventration.

PP′. Faisceaux musculaires pouvant être regardés comme représentant la plus grande partie du système musculaire du bras. Ces fibres musculaires partent du point cartilagineux inférieur, et vont se perdre dans l'épaule.

SE. Sous-épineux.

GR. Grand rond qui va se fixer sur le bord postérieur du deltoïde.

R. Rhomboïde.

R′. Faisceau dévié du rhomboïde allant se perdre sur le point cartilagineux B.

GD. Grand dorsal s'insérant au point B.

XXX. Muscle partant des six dernières côtes par autant de digitations, passant sous GD, et s'insérant à l'angle de l'omoplate. Nous pouvons considérer ce muscle comme le grand dentelé arrêté dans son développement.

Fig. 4. Cette figure montre le plexus cervical droit ayant un développement normal, tandis que le plexus du côté du bras atrophié est constitué par des branches grêles, elles-mêmes atrophiées.

1, 2, 3, 4 sont les quatre racines du plexus atrophié.

5. Filet du grand dentelé partant de la première et de la deuxième paires cervicales.

6. Filet de la troisième et quatrième paires allant au grand et au petit pectoral.

7. Filet partant de la première et deuxième paires, allant aux représentants des muscles brachiaux.

8. Phrénique partant des deux premières paires.

CONTRIBUTION A L'HISTOIRE

DE

LA VISION CHEZ LES CIRRHIPÈDES

Par MM. G. POUCHET et JOBERT

PLANCHE XIX

I. — REMARQUES PHYSIOLOGIQUES.

Les observations consignées dans ce travail ont porté sur les espèces suivantes :

1° *Balanus perforatus*, Bruguières (voy. Darwin, *A Monograph of the Subclass Cirrhipedia. — The Balanidæ*, p. 231, in-8°. London, 1854).

2° *Balanus crenatus*, dont les échantillons ont été recueillis par nous sur des homards vivants (voy. Darwin, *loc. cit.*, p. 267).

3° Anatife (*Anatifa lævis*).

4° Pouce-pied (*Pollicipes cornucopia*).

Ces observations ont été faites au laboratoire de Concarneau pendant l'été de 1874 (1).

On sait depuis longtemps que les cirrhipèdes adultes sont sensibles à la lumière ; qu'ils ont des yeux parfois profondément situés sous le tégument ; que l'accès de la lumière est favorisé chez certaines espèces par l'absence de pigment au niveau de ces yeux, en sorte que la peau sombre de l'animal semble ainsi percée d'une fenêtre transparente. Ces divers points d'anatomie et de physiologie sont nettement indiqués par M. Darwin dans ses deux ouvrages classiques sur les cirrhipèdes (2).

Des observations décisives sur la sensibilité des balanes à la

(1) Voyez Pouchet et Jobert, *Note sur la vision chez les Cirrhipèdes* (*Société de biologie*, séance du 12 juin 1875).

(2) *A Monograph of the Subclass Cirrhipedia. The Lepadidæ ; The Balanidæ.* In-8°, London, 1851-1854.

lumière paraissent avoir été faites pour la première fois par Pickering (1). M. Darwin les a répétées; l'un des auteurs du présent travail a également communiqué des expériences sur ce sujet à la Société de biologie en 1872.

Il suffit en effet, ainsi que l'avait très-bien vu Pickering, de passer rapidement la main devant une balane pour arrêter pendant un certain temps les mouvements d'expansion et de retrait de ses cirrhes. L'animal ferme ses valves et ne reprend ses mouvements qu'après un temps beaucoup plus long que celui qui les sépare d'habitude. L'un de nous a donné des mesures de ce temps (2). On ne saurait sans doute reconnaître à un tel signe l'existence d'une vision véritable, c'est-à-dire d'une perception d'*images* telle que la donne l'œil des vertébrés supérieurs, et n'existant peut-être pour aucun œil mosaïque des articulés. Nous désignons de préférence la sensation qui paraît propre à ces yeux sous le nom d'*Actinesthésie* employé par l'un de nous antérieurement pour spécifier la sensibilité à la lumière des larves de diptères privées d'organes extérieurs de la vision. Il est en effet évident, comme cela ressortira des descriptions que nous donnerons plus loin, que l'œil des cirrhipèdes ne saurait en aucune manière percevoir une image, non-seulement parce que nous n'y reconnaissons pas les conditions physiques d'un appareil dioptrique, mais parce que la lumière n'arrive à cet œil qu'après avoir traversé des milieux organiques qui ne sont point transparents, mais seulement *translucides*.

Cette faculté de ressentir les radiations lumineuses, dont nous avons la preuve par la réaction qu'elles amènent, existe chez les anatifes, comme l'indique d'une manière assez vague M. Darwin, aussi bien que chez les balanes. — L'organe de sensibilité semble, chez ces animaux, beaucoup moins parfait que dans la balane. Il importe toutefois, pour bien apprécier la valeur des expériences sur l'acuité de la vision de ces deux espèces, de

(1) *Proceed. of the Acad. of Nat. Sc.*, 11 janvier 1848 (voy. ci-dessous, p. 581 note 1).

(2) Voy. Pouchet, *De l'influence de la lumière sur les larves de diptères privées d'organes extérieurs de la vision* (extr. de : *Revue et Magasin de zoologie*. 1872).

se reporter ici à leurs conditions générales d'existence. Pour l'un de ces animaux (nous parlons spécialement des balanes fixées aux rochers), l'éclairage peut être considéré comme constant ; il ne varie qu'en raison des objets qui s'interposent entre le ciel lumineux et l'animal. Chaque éclipse de la lumière du ciel est donc pour la balane l'annonce d'une condition nouvelle, et par conséquent redoutable, de son milieu ; on voit toujours dans ce cas l'animal se cloisonner sous ses valves.

Les rapports de l'anatife avec son milieu ne sont plus les mêmes. Il est d'abord mobile sur son pied et de plus celui-ci adhère à un corps flottant, mobile lui-même à la surface de l'eau. La situation de l'animal relativement à la source lumineuse commune, le ciel, est donc sans cesse modifiée par sa position et celle du corps auquel il est attaché. Dans la colonie d'anatifes, contrairement à ce qui existe dans la colonie de balanes, chaque animal peut être alternativement placé en pleine lumière ou dans une obscurité relative. Une éclipse momentanée n'a donc plus pour lui la même signification que pour la balane. L'animal, par suite, sera moins sensible au passage subit de l'ombre à la lumière ou réciproquement. Toutefois on peut, par des expériences convenablement conduites, démontrer que l'anatife est tout aussi sensible que la balane aux radiations lumineuses.

Le point essentiel pour que l'expérience réussisse paraît être de placer l'animal dans des conditions telles que la direction de la lumière tombant sur lui soit invariable. On arrive facilement à garder des anatifes dans un courant d'eau vive. Voici comment l'expérience fut disposée. Deux fragments d'une épave portant des anatifes dont le pied était assez court, sont appliqués vis-à-vis l'un de l'autre contre les parois d'un vase de verre au moyen d'une tringle de bois placée entre eux avec un certain effort. On laisse tomber dans le vase, de la hauteur de 50 centimètres environ, un filet d'eau, de sorte que la surface soit toujours agitée et aérée. On nourrit les animaux en broyant entre les doigts, sous le filet d'eau, des fragments de viande ou de foie de homard. Nous n'avons pu nous assurer directement que cette

nourriture convenait aux anatifes, mais cela résulte de leur état de santé au bout de près de quinze jours, et surtout de ce fait particulièrement intéressant que le pied de nos animaux continua de végéter, s'étalant, dans un cas, de l'épave aux parois de verre du vase.

Celui-ci était abrité de la lumière de tous les côtés, excepté d'un seul. Après avoir laissé plusieurs jours les choses en cet état, nous avons observé les animaux. Nous avons pu vérifier d'abord, contre notre attente, qu'ils n'avaient point pris une direction uniforme, bien que la plupart parussent tourner l'orifice de leurs valves vers la lumière. Si on passe la main, comme on fait pour les balanes, on voit aussitôt l'animal se rétracter et fermer ses valves. L'expérience répétée un grand nombre de fois réussit toujours. Il importe seulement d'opérer dans une direction favorable, de manière à ce que le rayon lumineux intercepté frappe effectivement l'œil de l'animal derrière la *fenêtre*. Le rayon lumineux nous a paru devoir, pour arriver jusqu'à l'œil, passer obliquement par cette fenêtre, en suivant une direction à peu près parallèle au bord ventral de la coquille.

Cette tendance à rechercher la lumière exerce sans doute une influence sur l'orientation commune des individus de la même colonie. En observant une épave de forme régulière, telle qu'une poutre, couverte d'anatifes, voici ce que l'on remarque : tout d'abord la portion de la poutre en contact avec l'air ne porte point d'animaux, ils ne sont fixés que sur la partie immergée. Il semble en outre qu'à peu d'exceptions près tous les animaux qui couvrent la poutre appartiennent à une même génération, soit née d'un petit nombre d'individus d'abord fixés sur l'épave, soit que celle-ci ait rencontré un banc d'embryons (1).

On remarque également que la taille des animaux, ou du moins la longueur de leur pied (2), dépend de la place qu'ils occupent sur la poutre ; ceux qui sont le plus voisins de la ligne de

(1) Comp. Pagenstecker (*Zeitsch. f. wissent. Zool.*, t. XIII, p. 87), qui trouva, au mois de mars, le sable couvert de larves de *L. pectinata* au stade Cypris.

(2) Ce pied est formé de fibres musculaires striées. Les stries sont peu visibles, on les rend toutefois facilement apparentes par les réactifs durcissants ; mais le modè

flottaison sont les plus courts; ils ont le pied plus long à mesure qu'ils sont insérés plus loin sous la poutre. L'allongement de l'organe, comme dans beaucoup d'animaux agrégés, est donc ici également, chez des animaux vivant en simple colonie, corrélatif de la place occupée par l'individu dans la société, comme si l'allongement du pied n'avait d'autre objet que de permettre à l'animal d'atteindre la lumière.

Il est assez difficile de déterminer, sur l'épave échouée, si tous les animaux avaient, quand elle flottait, une situation telle que chacun reçût la plus grande part possible de lumière. Nos observations sur des animaux en captivité semblent indiquer qu'il n'en est pas ainsi. Cependant, sur l'épave en question la grande majorité des animaux attachés au voisinage de la ligne de flottaison, et qui ont en conséquence le pied très-court, présentent l'ouverture de leurs valves tournée vers le zénith.

Cette constance dans l'orientation est beaucoup plus sensible chez le pouce-pied. Cette espèce offre au point de vue de la composition des yeux un intérêt spécial. Chez la balane absolument fixe, l'œil est double; chez l'anatife, très-mobile au contraire au bout d'un pied qui peut atteindre 75 centimètres de long, l'œil est simple : le pouce-pied offre une disposition intermédiaire. Touchant à l'anatife par la plupart des détails de son organisation, il a, grâce à la rigidité de son pied, presque la fixité de la balane. Or il occupe par la structure de ses yeux le milieu entre ces deux formes animales. L'œil est double comme chez la balane, mais les deux organes sont rapprochés sur la ligne médiane de façon à rappeler l'œil unique de l'anatife. En comparant ces trois termes d'une même série, balane, pouce-pied, anatifè, on voit que la disposition de l'appareil visuel est, dans ces trois genres, en corrélation directe avec l'amplitude des

de contraction de ces fibres est analogue à celui des fibres-cellules. Sous l'influence des excitants tels que l'électricité, la fibre se contracte lentement, progressivement et l'action continue après que la cause excitante a été supprimée. C'est un des nombreux modes de contraction offerts par les muscles striés des vertébrés, des articulés, des mollusques et des tuniciers, modes sur lesquels l'apparence anatomique du muscle, au moins dans l'état actuel des connaissances, ne saurait en aucune manière nous renseigner.

mouvements que peut exécuter l'animal, les yeux étant d'autant plus rapprochés que la mobilité est plus grande. Chez tous, à l'état de larve errante, l'œil est central et peut être regardé comme *unique*.

Nous placerons ici une dernière remarque en ce qui concerne cet œil embryonnaire, désigné autrefois sous le nom de « point oculiforme. » En réalité, l'œil de l'animal à cette époque est composé de deux éléments impressionnables. Par ce côté, comme par les autres, ces larves se rapprochent des copepodes où Zenker (1) a montré la duplicité constante du point oculiforme. Il est probable, en effet, que partout où existera un seul *organe* de la vue, on le trouvera toujours composé de deux *éléments* impressionnables au moins.

En effet, la vision s'effectuant par un seul élément impressionnable perdrait le caractère essentiel que nous offre la fonction visuelle chez les animaux supérieurs. Un seul élément anatomique impressionnable aux radiations lumineuses ne saurait donner à l'animal que des impressions *successives* en rapport avec les variations d'éclairage auxquelles il serait soumis *dans le temps*. Dès que les éléments impressionnables, au contraire, sont en nombre *supérieur à l'unité*, la variété des impressions n'est plus seulement successive, elle est simultanée, chaque région du milieu ambiant influençant proportionnellement à son éclairage chaque élément plus directement en rapport avec elle. L'animal a dès lors la notion de l'*espace*. Il peut se diriger par les impressions visuelles, tandis que, dans l'hypothèse d'un élément sensible unique, la variété des impressions succéderait dans la plupart des cas aux mouvements effectués par le corps même de l'animal, au lieu de servir à les guider.

II. — BALANES.

Nous commencerons par décrire les yeux des balanes, comme représentant des organes plus parfaits, plus éloignés de l'état embryonnaire que ceux des anatifes et des pouces-pied.

(1) *Arch. fur Naturgesch.* 1854. — Voy. aussi C. Claus, *Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Copepoden* (*Ibid.*, 24 Jahrg. 1858, p. 1).

Ces yeux ont été découverts en 1848 par l'Américain Leydy, qui en donne une description très-bonne et très-succincte : « He (Leydy) noticed upon the dark purple membrane which » lines the shell and muscular columns running to the opercula » on each side of the anterior middle line, a small round black » body surrounded by a colourless ring or space of the membrane, » which, upon submitting to a low power of the microscope, he » found to be an eye composed of a vitreous body, having nearly » two thirds of its posterior part covered by pigmentum nigrum, » and attached to a nervous filament which he afterwards traced » to the supra-œsophagial ganglia (1). »

La situation, les rapports des yeux sont exactement indiqués par Leydy. La lumière arrive à l'organe à travers la membrane tapissée par l'hypoderme qui unit les valves de la coquille. A leur niveau, dans *B. perforatus*, l'hypoderme, partout ailleurs d'une belle couleur brune ou violette (2), présente en face de chaque œil une région décolorée ou *fenêtre* analogue à celle qui est au-devant de l'œil de l'anatife.

Toutefois, en choisissant convenablement l'espèce sur laquelle on étudie ces organes, on peut les voir aisément en place. Il suffit pour cela d'en choisir une, comme *Balanus crenatus*, dépourvue de pigment dans toutes ses parties, hypoderme et coquille. En laissant macérer l'animal pendant vingt-quatre heures dans de l'acide chlorhydrique à 1/2 p. 100 au plus, les parties calcaires du test, qui n'ont pas été dissoutes, se détachent sans peine et on peut alors voir les deux yeux en place, au sommet du front, sous forme de deux taches pigmentaires bien limitées, comme le montre la figure 3, pl. XVII.

Ces yeux, d'un volume relativement considérable, un cinquième

(1) *Proceedings of the Academy of Nat. Sc. of Philadelphia*, janvier 1848. C'est à propos de cette communication que le docteur Pickering indiqua les expériences qu'il avait faites sur la sensibilité des balanes à la lumière (voy. p. 576).

(2) Cette nuance brune ou violette n'est pas une couleur d'absorption ; elle est due à une couche superficielle de cellules remplies de corpuscules cérulescents, larges de 1 μ environ, jaunes à la lumière transmise, et émettant des radiations de plus grande réfrangibilité quand ils sont placés, comme c'est ici le cas, sur un fond absorbant pour la lumière. (Voy. ce journal, 1876, p. 40.)

ou un sixième de millimètre, offrent une constitution spéciale, et qui paraît ne se rattacher que d'assez loin au type des yeux mosaïques des articulés supérieurs. Le nerf optique, aussi bien que celui des anatifes et des pouces-pied, a un volume considérable ; il a de plus ce caractère qui paraît général, d'être double pour chaque œil.

Nous devons ici revenir sur la description du système nerveux céphalique des balanes. M. Darwin, en effet, aux prises avec des difficultés de dissection qui sont réellement assez grandes, a essayé de compléter l'une par l'autre deux observations, dans *B. corona* et *B. tintinnabulum*, toutes deux incomplètes, comme il résulte du texte même et des figures qu'il en donne. M. Darwin semble avoir été préoccupé avant tout de relier l'organe de la vision à un appareil nerveux qu'il désigne sous le nom de *ganglion ophthalmique* et qui occupe la ligne médiane en avant.

La constance de ce ganglion est remarquable. Nous le retrouvons dans les genres *Balane*, *Anatife*, *Pouce-pied*. Mais il est moins certain qu'il mérite le nom qui lui a été donné par le naturaliste anglais et qu'il soit en relation avec la fonction visuelle. Il est même probable qu'il n'a d'autres rapports avec les organes de la vue qu'un rapprochement de situation.

Dans la balane en particulier, qui peut servir de type pour la constitution du système nerveux des cirrhipèdes, ce prétendu ganglion ophthalmique est complétement indépendant des nerfs optiques. Il est porté à l'extrémité d'un pédicule formé, chez *B. tintinnabulum* (?), de deux filets rapprochés (fig. 1). Le ganglion lui-même est ovoïde, enveloppé d'une coque lamineuse solide, envoyant des prolongements périphériques qui dissimulent peut-être des fibres nerveuses extrêmement fines. Le ganglion est formé d'un amas de cellules à gros noyau sphérique, nucléolé, qu'il est facile de reconnaître à leurs caractères pour des cellules nerveuses. Ce ganglion est sans connexion avec les yeux, non plus qu'avec les nerfs qui s'y rendent.

En dehors de ces nerfs médians allant au ganglion ophthalmique, on voit les ganglions cérébroïdes fournir de chaque côté :

1° le *nerf optique ;* 2° plus en dehors, le *nerf antennaire.* Le nerf optique croise le nerf antennaire avec lequel il présente chez les balanes une anastomose en plexus bien vue par M. Darwin, mais qui paraît en même temps avoir été la cause de ses erreurs de description. Le nerf optique, plus loin, donne encore dans *B. tintinnabulum* une branche que nous n'avons pas suivie et finalement se termine à l'œil (voy. fig. 1).

Le cordon aboutissant à celui-ci paraît formé, comme nous l'avons indiqué, de deux *tubes* nerveux, condition qui semble être la règle dans l'œil des cirrhipèdes. Ces tubes sont volumineux, formés d'une gaîne résistante — sorte de périnèvre — à l'intérieur de laquelle la substance nerveuse se montre avec un aspect fibroïde très-accusé.

L'œil se présente sous la forme d'une sphère portée au bout de ce cordon (fig. 4). La gaîne résistante des tubes paraît se continuer sur cet œil et l'envelopper. En arrière elle est adhérente au tissu ambiant, où l'on distingue des noyaux lamineux et des gouttelettes de graisse, au milieu desquelles la place de l'œil est surtout marquée par une masse pigmentaire considérable, jouant le rôle de choroïde. En avant de l'œil la gaîne périnévrique forme une coque transparente appliquée sur la surface convexe antérieure de l'œil, sans adhérence avec les parties ambiantes. Cette coque épaisse de 1 à 2 μ, offre des contours nets, elle se détache facilement ; on pourrait lui donner, par une analogie lointaine, le nom de cornée. Elle n'a, en tous cas, aucun rapport de continuité avec l'enveloppe chitineuse de l'animal, elle n'est donc point l'homologue de ce qui a été décrit sous ce même nom de « cornée », chez les insectes et les crustacés supérieurs ; elle paraît se rattacher anatomiquement au système protecteur du tissu nerveux.

En arrière de l'œil, ainsi que nous l'avons dit, appliquée contre lui, existe une masse pigmentaire, à pigment mélanique grenu, jouant le rôle de choroïde. Elle s'étale plus ou moins sur l'œil, envoyant des prolongements épais et arrondis qui en dépassent l'équateur. Ce pigment est contenu dans une substance qui semble sarcodique ; nous n'avons pu toutefois l'observer vivante et

constater si elle était douée de mouvements (1). On ne distingue pas de noyau au milieu d'elle, mais il est probable que celui-ci existe, caché par le pigment.

En avant de la masse pigmentaire, entre elle et la cornée, est l'appareil nerveux proprement dit.

Si l'on observe un œil qui a macéré quelque temps dans les acides faibles, on ne distingue au-dessous de la cornée qu'un amas de noyaux mesurant 7 à 8 μ environ, sphériques ou très-légèrement ovoïdes, granuleux, rapprochés les uns des autres, mais non déformés. Sur des préparations ayant macéré un long temps dans le liquide de Müller, nous avons cru reconnaître que ces noyaux étaient le centre d'éléments prismatiques mesurant environ leur diamètre en largeur, et deux fois longs à peu près comme eux. Ces éléments seraient régulièrement disposés à la face interne de la cornée, chacun d'eux répondant de la sorte à un œil simple des insectes ou des crustacés supérieurs. Nous n'avons pu toutefois, avec les moyens dont nous disposions au moment ou nous faisions ces recherches nous assurer exactement de la forme et des rapports de ces éléments.

Au milieu de ces noyaux, on découvre sur les pièces ayant macéré plusieurs mois dans la liqueur de Müller, au moins *une* cellule nerveuse, bien reconnaissable à son volume, à sa substance grenue, à son noyau et à son nucléole prenant proportionnellement le carmin. L'existence d'un double nerf optique pour chaque œil pourrait porter à penser qu'il doit y avoir en réalité deux cellules nerveuses. Mais d'autre part nous retrouvons ailleurs (dans l'anatife) cette duplicité du nerf avec une cellule terminale qui nous a toujours paru unique.

Nous ne sommes pas renseignés sur la relation de ces cellules d'un caractère bien déterminé, avec les noyaux périphériques ou plutôt avec les éléments (probablement directement impressionnables) dont ces noyaux sont le centre. Ceux-ci constituent

(1) On pourrait probablement instituer des expériences qui permettraient de reconnaître l'étendue et la nature de ces mouvements, s'ils existent, soit en provoquant des contractions de la masse au moyen de l'électricité, soit en recherchant si la lumière n'a point une influence sur son état d'expansion ou de retrait.

en somme la plus grande partie de l'organe : ils offrent ce caractère de se laisser difficilement colorer par le carmin. Ils restent jaunes dans le picro-carminate d'ammoniaque.

III. — ANATIFE.

Pour l'anatife comme pour la balane nous décrirons sommairement le système nerveux, d'autant plus que les indications données par M. Darwin, pour les *Lépadidés* (p. 46), se rapportent assez peu à ce que nous avons observé. Même en ce qui touche la chaîne abdominale, celle-ci est décrite et figurée par le naturaliste anglais comme se composant de plusieurs ganglions bien distincts, tandis que dans *P. cornucopia* elle s'est au contraire présentée à nous comme un cordon homogène, sans renflements apparents, et se divisant subitement en arrière, en quatre troncs nerveux d'égal diamètre.

Chez l'anatife, les ganglions supra-œsophagiens sont ovoïdes, rapprochés de telle sorte que leurs grands axes sont parallèles. Ils donnent naissance par leur point de jonction à trois filets nerveux distincts, égaux en diamètre, l'un médian et les deux autres latéraux (voy. fig. 7).

Le filet médian répond au nerf du ganglion ophthalmique de la balane. En dehors de ce nerf médian on trouve : 1° le nerf optique; 2° en dehors de celui-ci, un tronc beaucoup plus considérable, le nerf *antennaire*, qui se bifurque au niveau de l'œil, mais qui paraît rester indépendant à la fois du nerf ophthalmique et des nerfs optiques.

Le nerf ophthalmique et les deux nerfs optiques d'abord isolés se réunissent bientôt en un tronc commun. Celui-ci avant d'arriver à l'œil se partage en deux branches divergentes (fig. 8), qui marchent ensuite l'une vers l'autre et se réunissent, de manière à former une sorte de boucle. Au point même de leur bifurcation on découvre deux cellules nerveuses qui paraissent répondre au ganglion ophthalmique aussi bien par leur situation, que par leurs rapports généraux.

Les deux branches nerveuses de bifurcation, en s'écartant de

chaque côté de la ligne médiane, présentent d'autre part, l'une et l'autre, sur leur trajet, un renflement ganglionnaire formé de deux cellules (fig. 9). Ces renflements paraissent avoir été entrevus par M. Darwin, qui les décrit et les figure, d'ailleurs assez inexactement, dans *Pollicipes mitella* (*Lepadidæ*, p. 46), sous les noms de ganglions ophthalmiques doubles. Ils paraissent être le point de départ de branches nerveuses, secondaires. On en voit d'autres se détacher sur le trajet même du nerf optique, et il est ordinaire dans ce cas de trouver, au niveau où se fait la séparation, une ou deux cellules nerveuses (fig. 8). — Puis les deux nerfs optiques vont rejoindre de chaque côté l'œil unique. Sur l'individu dont nous figurons le système nerveux, l'un de ces nerfs était simple, c'est-à-dire formé d'une seule gaîne périnévrique, l'autre était double. Ces nerfs aboutissent de chaque côté à une cellule nerveuse volumineuse accolée à une masse pigmentaire médiane (fig. 9).

L'œil médian de l'anatife résulte en effet de la juxtaposition de deux organes qui ont conservé chez l'adulte les rapports de situation des deux éléments du point oculiforme de l'embryon. Ces deux yeux, en effet, ne paraissent pas être séparables anatomiquement. Des figures, mieux encore qu'une description indiqueront comment ils se présentent. La figure 10 montre l'œil de l'*Anatifa lævis*, tel qu'il s'offre sur des coupes pratiquées perpendiculairement à l'axe du pied de l'animal, à deux hauteurs différentes. Les meilleures préparations nous ont été données en traitant l'organe en place par l'acide osmique concentré pendant quelques minutes et en le teignant ensuite par le picrocarminate. Sur une de ces préparations, la masse pigmentaire est légèrement excavée en avant et en arrière. Sur la seconde, pratiquée plus bas, on voit la masse pigmentaire former une mince cloison entre les deux yeux qu'elle sépare ; et, de plus, s'étendre sur chacun de ceux-ci en avant et en arrière. Le dessin de la masse pigmentaire dans ce cas rappelle un ⌹ couché, chacun des deux yeux se trouvant logé de part et d'autre entre ses branches.

Cette masse pigmentaire, quand on a saisi l'organe encore vi-

vant par l'acide osmique, est limitée par un trait nettement accusé. Dans d'autres cas, on peut la trouver se prolongeant de tous côtés en expansions irrégulières plus ou moins étendues. Ce pigment formé, comme chez la balane, de granulations noires, cache sans doute les éléments prismatiques à noyaux, que nous avons décrits chez ce dernier animal. En dehors de la masse opaque, on ne distingue que des cellules et des conducteurs nerveux. Nous ne pouvons toutefois donner sur ce point d'indications précises, la présence du pigment apportant à cette étude une difficulté considérable que nous ne saurions nous flatter d'avoir surmontée (1). Le réactif qui nous a paru donner en somme le meilleur résultat a été le picrocarminate simple, laissé au contact de l'organe pendant vingt-quatre heures, en raison de la lenteur que mettent les éléments terminaux à se pénétrer de carmin, ce qui est une difficulté nouvelle pour les observer, ajoutée à celle qui résulte de la présence du pigment.

Sur certaines préparations, il semble que des fragments isolés dans le champ du microscope montrent la couche pigmentaire comme perforée d'orifices exactement circulaires, larges de 7 μ environ et espacés de 8 à 9 μ environ. Cette apparence se rencontre rarement, on peut toutefois obtenir des préparations où elle est très-nette. Il paraîtrait, en conséquence, qu'on se trouve ici dans des conditions se rapprochant assez de celles qui sont ordinaires dans l'œil composé des arthropodes. A chacun de ces orifices correspondrait un œil réduit à un état de simplicité très-grand

Après le séjour de vingt-quatre heures dans le picrocarminate, on distingue des éléments très-pâles, de deux natures différentes : les uns sont des sortes de bâtonnets larges de 6 μ environ et longs de 25 à 30 μ, répondant probablement aux orifices du pigment. Les autres plus profonds se présentent comme des globes (ou cellules ?) d'une substance moins granuleuse. Entre tous ces éléments le pigment serait répandu abondamment comme il l'est

(1) Nous avons mis à profit, dans d'autres circonstances, l'eau oxygénée pour décolorer le pigment mélanique, mais nous n'avons pu, dans le cas présent, faire usage de ce réactif, avec lequel nous sommes arrivé, d'autre part, à décolorer le pigment brun du tégument des cirrhipèdes.

entre les yeux simples des insectes, s'insinuant sans discontinuité entre tous les organes constituant l'œil mosaïque. Il semble même, dans certains cas, qu'on puisse en employant l'acide acétique, dissocier jusqu'à un certain point l'œil de l'anatife en yeux simples se séparant les uns des autres, bien que restant enveloppés de leur manchon de pigment.

Cet œil, en résumé, paraît offrir avec celui de la balane d'assez grandes différences, même indépendamment de la conjugaison des deux yeux dans un cas et de leur isolement dans l'autre.

IV. — POUCE-PIED.

Comme pour la balane et l'anatife, nous décrirons sommairement le système nerveux céphalique tel qu'il s'est présenté à nous sur *Pollicipes cornucopia*, sans chercher à relier notre description à celle donnée par M. Darwin. Nous avons indiqué plus haut (p. 585) comment est constitué le cordon abdominal dans cette espèce.

Les deux ganglions cérébroïdes (fig. 5) sont peu distincts, ils donnent par leur point de conjonction naissance à un tronc unique (nerf ophthalmique et nerfs optiques réunis), et latéralement au nerf antennaire extrêmement volumineux.

Le nerf unique résultant de l'union du nerf ophthalmique et des nerfs optiques se divise bientôt en trois branches, inversement à ce qu'on observe dans l'anatife, et toutes trois aboutissent à une masse commune enveloppée dans un tissu extrêmement dense où l'on distingue tout d'abord les deux taches pigmentaires répondant aux deux yeux, séparées par un espace plus grand que leur diamètre. En examinant de plus près cette masse commune (d'où se détachent deux nerfs), on distingue en avant des yeux deux noyaux ovoïdes volumineux, nucléolés et plongés au sein d'une substance finement granuleuse. On ne saurait se méprendre sur la signification de ces noyaux qui appartiennent évidemment à des cellules nerveuses ; leur situation médiane ne permet pas davantage de méconnaître leurs homologies : elles représentent certainement le ganglion ophthalmique, complétement

isolé chez la balane, situé en arrière des yeux chez l'anatife et situé chez le pouce-pied en avant de ceux-ci. Nous avons représenté (fig. 6) les rapports des taches pigmentaires représentant les yeux et de ces noyaux.

V. — DÉVELOPPEMENT.

Il ne paraît point que le développement des organes de la vision chez les cirrhipèdes ait été jusqu'à ce jour régulièrement suivi. Sans chercher à relever ici les contradictions qui existent entre les auteurs à ce sujet (1), nous nous bornerons à décrire ce que nous avons nous-même observé sur de jeunes larves d'anatifes que nous avons pu suivre pendant leurs premières métamorphoses. L'œil médian n'est point modifié tant qu'ils gardent la forme Cyclope, ni dans sa structure, ni dans sa situation. L'histoire de son développement pendant cette période ne prête donc à aucune remarque, mais nous croyons pouvoir entrer dans quelques détails sur l'anatomie des larves de cirrhipède à cet âge, dont les caractères extérieurs paraissent avoir seuls, jusqu'à cette époque, fixé l'attention des anatomistes.

Balane.— Quand les œufs de la balane sont arrivés à maturité, l'animal expulse les embryons éclos avec un mouvement particulier de ses valves qui s'ouvrent sans qu'il y ait dans ce cas protraction des cirrhes. Les jeunes se mettent alors à nager et se dirigent invariablement vers le côté du vase qui regarde la fenêtre de l'appartement : ils cherchent énergiquement la lumière. Nous n'avons point vérifié si une lumière plus vive telle que celle du soleil ou du foyer d'une lentille les attirerait de même ou s'ils l'éviteraient (2).

L'organisation de leur œil déjà très-sensible aux actions actiniques est très-simple : elle est la même que dans les Copépodes.

(1) Voy. Pagenstecker, *Beitrag zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte von L. pectinata* (*Zeitsch. f. w. Zool.*, t. XIII, 1863, p. 97).

(2) Tous les animaux peuvent être considérés comme recherchant ou évitant l'obscurité dans une certaine mesure variable pour chaque espèce. L'étude de ces différences ne paraît pas avoir encore fixé d'une manière spéciale l'attention des physiologistes.

L'organe est placé au sommet du corps, à la base du rostre (*proboscis*). Il est formé de deux moitiés identiques, accolées; chacune de ces moitiés représente un œil simple. Celui-ci comprend un corps pigmenté analogue à un corps cellulaire, finement granuleux, coloré en rose, enveloppant en partie un autre corps ovoïde plus petit, brillant, réfrangible, devenant brunâtre par l'action de l'acide osmique et que l'on peut désigner sous le nom de cristallin ou de *lentille*.

Nous n'avons pas suivi les métamorphoses de ces embryons de balanes, que nous ne sommes pas parvenus à élever. Les plus jeunes animaux que nous ayons ensuite observés, étaient fixés et mesuraient déjà 1 millimètre de long (fig. 2). On distinguait à travers le test transparent les deux yeux, de chaque côté de la ligne médiane, comme deux taches pigmentaires nettement limitées.

Anatifes. — Le frai de l'*Anatifa lævis* n'est pas jaune comme celui de la balane. Il est, quand il vient d'être pondu d'une belle nuance bleue, qu'on retrouve du reste dans les œufs de certains copépodes monocles. Cette nuance est une couleur d'absorption.

A mesure que le vitellus se modifie et fait place au blastoderme de plus en plus développé, la coloration générale du frai change, elle se rapproche de la coloration brune du revêtement interne du test.

Les acides modifient cette coloration et la font passer, comme le pigment bleu diffus des crustacés, au rouge. La nuance légèrement orangée que l'on obtient alors se rapproche de celle du liquide contenu dans le pied de l'anatife (1) et du sang des crustacés supérieurs.

Les larves d'anatifes paraissent moins sensibles, au moins pendant les premiers jours qui suivent l'éclosion, que les larves de balanes aux influences lumineuses, tandis qu'après la seconde et la troisième mue, elles recherchent activement la lumière.

A cette époque de la vie de la larve, le meilleur moyen pour en étudier l'anatomie est de la soumettre pendant vingt-quatre

(1) Ce liquide ne donne pas lieu à un véritable coagulum. Il n'est pas non plus dichroïque comme le sang du homard, par exemple, ou du moins cette propriété physique y est extrêmement peu développée.

heures, à l'action de l'acide osmique extrêmement faible; ensuite on ajoute du picrocarminate d'ammoniaque, puis progressivement de la glycérine. On obtient ainsi d'excellentes préparations où tous les organes sont nettement visibles. En avant le corps est aplati verticalement, aminci, comme tranchant à la manière d'une lame. La ligne droite qu'il dessine se continue latéralement avec les prolongements qui étaient, lors de la première livrée, recourbés en forme de lyre le long du corps, et qui sont maintenant redressés, s'étendant à droite et à gauche, même portés un peu en avant. On remarque de plus, près de la ligne médiane, deux petites antennes implantées sur la face ventrale, et qui viennent se croiser au niveau du bord du céphalo-thorax (fig. 11).

Il y a trois paires de membres, la première est simple; les deux autres sont bifurquées, elles présentent entre leurs deux branches une différence nettement accusée. L'interne est armée de cirrhes droits, sétiformes. L'externe est armée en outre, latéralement, de cirrhes plumeux implantés perpendiculairement à l'axe du membre et qui viennent se croiser au devant de la bouche quand le veut l'animal. Ces cirrhes plumeux sont surtout développés sur le troisième membre.

Le rostre a la forme d'une mince gouttière dont les bords garnis de cirrhes très-fins sont repliés en dessous. La bouche et l'œsophage sont bien distincts.

Le corps porte à la partie dorsale deux crêtes saillantes partant de la base des prolongements latéraux et aboutissant à la base du prolongement caudal supérieur. Il semble que les parties latérales limitées par ces crêtes répondent dès cette époque aux deux valves principales du tégument de l'adulte. L'appendice caudal, qui continue directement le corps, et l'appendice inférieur qui forme avec lui une sorte de pince dont les deux mors seraient placés dans le plan vertical, offrent une différence marquée. Le premier, ou supérieur, est rigide; l'inférieur est articulé sur la base du précédent et mis en action par deux muscles puissants, les deux plus gros du corps de l'animal. Le résultat de leur contraction est d'agrandir l'angle que forment entre eux les deux prolongements en tendant à ramener l'inférieur vers la

face ventrale ou plutôt vers la bouche, point de convergence commun dès ce moment, de tous les appendices mobiles du corps, sauf la première paire de membres.

Les parties profondes de la larve sont d'une étude facile, par le procédé que nous avons indiqué. Nous suivrons à peu près l'ordre dans lequel elles se présentent.

L'œil offre la même structure que sur la larve de balane à la naissance. Il n'a encore subi aucune transformation ni aucune régression. Il est formé de deux amas ou corps cellulaires de substance pigmentée. Le pigment, de couleur rosée, paraît à l'état de dissolution dans une matière organique contenant d'autre part de fines granulations noires. A la base de chacun des deux amas accolés, on distingue très-nettement les deux lentilles. La lentille est en arrière, le corps pigmenté en avant (fig. 12). Cet œil repose sur la partie centrale, légèrement étranglée, d'une masse bilobée, qui n'est autre que la partie du collier œsophagien réunissant les deux ganglions cérébroïdes très-développés, très-bien limités.

De ce cerveau partent deux nerfs dont on distingue bien la structure, grâce à la transparence du tégument. Ils sont formés, à cette époque du développement, par de minces filaments irréguliers sur le trajet desquels sont disposées des cellules, ou des noyaux enveloppés d'un corps cellulaire très-restreint (fig. 11, *c* et *d*).

Le premier de ces nerfs (*c*) est le plus grêle. Il naît de la région postérieure et supérieure du ganglion cérébroïde et va en dehors et en avant, vers le bord tranchant du corps, se diviser en plusieurs rameaux s'étalant en éventail et aboutissant au tégument (1).

Le second nerf (*d*) extérieur au précédent est plus volumineux et situé au-dessous de lui. Il se rend aussi plus en dehors à la base du prolongement latéral. Il offre sur son trajet des cellules plus nombreuses et plus volumineuses que l'autre nerf. Les rapports de son extrémité périphérique sont difficiles à apprécier, en raison de l'évolution rapide, à cette époque de la vie de la larve, de la

(1) Ce nerf paraît être celui qu'on retrouve plus tard allant à un organe discoïde appliqué contre le tégument et dont la signification reste incertaine.

région où il se rend. On remarque en effet, dans cette région, deux tractus considérables, partant du milieu du dos de l'animal, au niveau du point où s'attachent d'autre part les muscles fléchisseurs de l'appendice caudal inférieur et des deuxième et troisième paires de membres. Mais ces tractus n'ont pas les caractères du tissu musculaire. Ils vont en s'élargissant toujours s'engager dans la base des prolongements latéraux du céphalothoxax. Ils sont formés dans le principe chacun de deux cellules volumineuses. Le corps de ces cellules est finement granuleux. Elles présentent chacune un gros noyau ovoïde nucléolé. Par les progrès du développement, le corps de ces cellules, se remplit, vers la base des prolongements, de globes transparents assez semblables à des noyaux et qui prolifèrent très-rapidement. Nous sommes sans renseignement sur la signification de cet organe dont l'évolution doit offrir un intérêt particulier.

Les muscles à cette époque du développement se composent tous d'un seul faisceau strié, dérivé d'une cellule musculeuse primordiale dont le noyau reste unique et occupe une position latérale. Le faisceau strié ainsi constitué offre exactement l'aspect sous lequel il se présente chez les poissons du genre *Labrus*, par exemple, au moment de l'éclosion. Sur certains de ces muscles on distingue nettement les *disques minces* et la *bande obscure* centrale de chaque segment musculaire. On peut constater que la dimension de ceux-ci est environ trois et quatre fois moindre que sur les muscles de l'animal adulte, même en tenant compte des différences pouvant résulter de l'état d'extension ou de contraction.

Tous les muscles du corps à cette époque sont assez semblables ; deux seulement font exception, ce sont les deux muscles moteurs de l'appendice caudal inférieur. Ils sont beaucoup plus volumineux que les autres, et la division en segments y est moins visible. On n'y distingue ni le noyau ni la substance de la cellule primordiale.

Enfin nous devons noter comme dernière particularité, l'existence de ganglions nerveux périphériques très-distincts, dans les membres. On en trouve un dans chaque bifurcation de la

seconde et de la troisième paire. Ils paraissent surtout destinés à envoyer des filaments dans les cirrhes et semblent d'autant plus développés que ces derniers organes sont plus grands et plus abondants.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVII.

Fig. 1. Système nerveux céphalique de *Balanus tintinnabulum* (?).
- *a.* Nerf et ganglion ophthalmique (Darwin).
- *b.* Nerf optique.
- *c.* Nerf antennaire.
- *d.* Ganglion cérébroïde.

Fig. 2. Jeune balane (*B. crenatus*) mesurant 1 millimètre de long et montrant à travers le test la place des yeux.

Fig. 3. Vue frontale de *B. crenatus* dépouillé de son test par un séjour de vingt-quatre heures dans l'acide chlorhydrique dilué.

Fig. 4. Œil de *B. perforatus* isolé.

Fig. 5. Système nerveux céphalique de *Pollicipes cornucopia*.
- *a.* Tronc commun du nerf ophthalmique et des nerfs optiques.
- *b.* Nerf antennaire.

Fig. 6. Chez le même : rapport des yeux et des cellules nerveuses médianes (ganglion ophthalmique).

Fig. 7. Système nerveux céphalique d'*Anatifa lævis*.
- *a.* Tronc commun du nerf ophthalmique et des nerfs optiques.
- *b.* Nerf antennaire.

Fig. 8. Chez le même : boucle formée par les nerfs optiques.
- *a.* Ganglion ophthalmique médian, au point de division des deux nerfs optiques.

Fig. 9. Chez le même : le nerf optique et l'œil considérablement agrandis.

Fig. 10. Chez le même : coupe de l'œil à deux niveaux différents sur des plans perpendiculaires à l'axe du pied.

Fig. 11. Région antérieure du corps d'une larve d'*Anatifa lævis* vers la deuxième ou la troisième mue, considérablement grossie. Vue dorsale.
- *a.* Petites antennes insérées à la face ventrale.
- *b,b.* Ganglions cérébroïdes entre lesquels se voient les yeux.
- *c.* Nerf se rendant au tégument (chez l'adulte, à un organe discoïde ?).
- *d.* Nerf se rendant à la base du prolongement latéral du corps.
- *e.* Organe allant s'insérer à la base du même prolongement.

Fig. 12. Œil médian de larve d'Anatife vu à un très-fort grossissement.

SUR

UN ACARIEN NOUVEAU

SUIVI

D'UN ESSAI D'UNE CLASSIFICATION PARALLÈLE DE L'ORDRE DES ACARIENS

Par M. A.-L. DONNADIEU
Docteur ès sciences, professeur au Lycée de Lyon.

PLANCHE XVIII

Au mois d'avril 1873, en dépouillant dans une assiette remplie d'eau vinaigrée (1) le produit d'une récolte au filet fauchoir, je trouvai un Acarien qui me parut être d'espèce complétement nouvelle. Il m'était difficile d'avoir une idée exacte sur sa provenance. Mon filet était rempli d'Acariens de toutes sortes, Scirus, Trombidions, Gamases, etc., et, avec eux, il y avait encore un grand nombre d'insectes parmi lesquels dominaient les Diptères et surtout des espèces nombreuses de Diptères velus voisins des Mouches.

Cependant, eu égard à cette dernière circonstance, et surtout en me basant sur la constitution de l'Acarien, je crois pouvoir supposer que l'être dont je ne trouvai, malgré toutes mes recherches ultérieures, qu'un seul individu, est une forme hypopiale de Gamase, forme qui pouvait très-bien provenir de quelqu'un des Diptères que je viens de signaler.

La bouche, trop mal définie pour que je puisse lui donner une signification, la forme générale du corps, et surtout l'absence d'organes reproducteurs, semblent devoir me confirmer dans cette opinion.

Aussi je me hâte de constater que ma description se rattache à la forme actuelle, sans indiquer pour cela que ce soit une forme

(1) Voir pour l'explication de ce procédé de recherches : A.-L. Donnadieu, *Recherches sur les Tétramyques*, 1875, page 27.

définitive. Le nom d'*Heterotrichus inæquarmatus* par lequel je désigne cet Acarien pourra être conservé pour la forme complète si je peux parvenir à la découvrir.

Le corps, assez transparent, est ovalaire; le rostre fait en avant une très-légère saillie dans laquelle on distingue seulement ce qui doit être les palpes. La face inférieure est aplatie, la supérieure est bombée. La peau, dans toute la région du corps, est granuleuse et ne présente de sillons qu'au voisinage des pattes et du rostre.

Sur la face dorsale on voit une série de mamelons arrondis semblables à de gros tubercules; à leur niveau, la peau brunit légèrement; ils servent de support aux poils qui par leur nature justifient le nom générique que je donne à cet être.

Ces poils sont en effet de deux sortes. Les uns, épineux sur les bords, semblent formés d'articles emboîtés les uns dans les autres. Ils ont de deux fois à deux fois et demie la longueur du corps. Ils sont relativement grêles, mais cependant assez rigides pour donner à l'Acarien l'aspect d'un corps couvert de poils hérissés. Les autres sont courts, unis et terminés en pointe effilée; à peu près au milieu de leur longueur, ils se renflent en une très-grosse vésicule remplie d'une mucosité qui, par sa transparence, contraste singulièrement avec la teinte brune de la substance qui remplit tout le reste du poil.

La disposition et le nombre de chacune de ces espèces de poils sur les mamelons sont indifférents et ces derniers sont assez rapprochés pour que tout le corps disparaisse en quelque sorte sous la masse de poils qui le recouvre.

Les pattes, au nombre de huit, sont courtes et franchement conoïdes. Elles diffèrent très-peu en longueur; cependant la paire antérieure est un peu plus courte que les autres. Elles sont dirigées deux paires en avant, deux paires en arrière; au point où elles s'insèrent les quatre paires sont sensiblement rapprochées.

Leur mode de terminaison est ce que ces organes offrent de plus remarquable. Le tarse conique est terminé par une large membrane susceptible de former une caroncule cupuliforme sur

le bord inférieur de laquelle sont implantés des crochets. Ceux-ci sont de deux formes, et leur disposition indique pourquoi je donne comme nom spécifique le qualificatif *inæquarmatus*. Les premiers sont franchement arqués comme la plupart de leurs analogues; ils vont en s'amincissant de la base au sommet et leur courbure forme un demi-cercle plus ou moins prononcé. On en voit deux dirigés en avant et sur le bord externe; trois autres semblables se voient sur le bord externe; ils sont dirigés en arrière. Entre ces deux séries sont placés les crochets de la deuxième forme. Ceux-ci, alignés régulièrement sur tout le bord inférieur de l'extrémité tarsienne, sont au nombre de neuf. Ils sont courts et leur partie initiale prend dès le point de son insertion une forme de spatule. Vers leur sommet ils se recourbent brusquement au-dessous pour se terminer par une pointe conique très-courte. Ils sont tous égaux et leur longueur n'est que le tiers de celle des précédents.

Enfin les pattes sont couvertes de poils analogues aux longs poils épineux du corps, mais beaucoup plus courts et plus transparents.

Par tous les caractères que je viens d'indiquer, cet Acarien me paraît avoir sa place toute marquée dans les Gamasides où devront certainement rentrer les formes adultes représentées en l'état de nos connaissances par les hypopes de certains Bourdons.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII.

Fig. 1. *Heterotrichus inæquarmatus*. Donn.

Animal entier vu de dos. La moitié gauche est représentée sans les poils nombreux qui couvrent le corps, afin de montrer les tubercules qui supportent ces poils.

Fig. 2. Un tubercule très-grossi et montrant les poils de deux espèces.

a. Poils longs cloisonnés et épineux.

b. Poils courts à cellule sphérique.

Fig. 3. Extrémité d'une patte.

a. Tarse.

b. Côté de la membrane cupuliforme dépourvu de crochets.

c. Les deux grands crochets internes.
d. Les neuf petits crochets spatuliformes.
f. Les trois grands crochets externes.
g. Poils.

FIG. 4. L'Acarien grossi deux fois.

ESSAI

D'UNE CLASSIFICATION PARALLÈLE DE L'ORDRE DES ACARIENS

Vouloir établir dans un groupe quelconque d'animaux une classification définitive alors que l'on n'a entre les mains que des données encore incomplètes, c'est aller au-devant de la difficulté. C'est encore s'exposer à un remaniement incessant de ces classifications, et c'est enfin méconnaître l'esprit même de la classification, qui n'est que l'expression de la science du moment.

Les classificateurs consacrent en général la plus grande partie de leurs travaux à défaire l'œuvre de leurs devanciers. Ils y sont d'ailleurs conduits par les documents nouveaux qui leur arrivent sans cesse et les obligent souvent à modifier même leur œuvre personnelle.

Dans un travail que j'ai publié l'année dernière, je me suis efforcé de mettre en lumière ce fait fondamental, qu'une classification est toujours révisable. Dans mes *Recherches sur les tétranyques*, j'ai dit, page 9 : « Je résume dans le tableau suivant les groupes principaux et les plus importants qui paraissent pouvoir être adoptés, *pour le moment*, en vue d'une classification naturelle des Acariens, » et page 10 j'ajoute : « Je n'ai pas cependant la prétention de donner ici la classification la plus complète possible; je ne veux, je le répète, que signaler les grands groupes qui me paraissent les plus naturels. Ces groupes auxquels je donne la valeur de familles pourront être repris chacun séparément. » M. Mégnin (1) vient d'essayer, à son tour, une classification des Acariens, et il constate, comme moi, qu'à l'exception des Oribates toutes les familles ont besoin d'être révisées. J'ai commencé cette révision par la famille des Tétranycidés. M. Mégnin la continue par celle des Gamasidés; mais la famille des Gamasidés, telle que la donne M. Mégnin, est encore à revoir, car elle peut fournir des différences d'interprétation qui permettront d'établir, au moyen des Gamasidés parasites des taupes, rats et autres mammifères (Gamasidés que M. Mégnin range dans le genre *Gamasus*) des genres intermédiaires entre les Dermanysses et les Ptéroptes, et l'on pourra ainsi arriver à des coupes différentes de celles qu'il établit.

(1) P. Mégnin, *Mémoire sur l'organisation et la distribution zoologique des Acariens de la famille des Gamasidés* (*Journ. de l'anat. et de la physiol.*, par Ch. Robin, t. XII, mai 1876).

On pourra encore ranger dans cette même famille un acarien sur lequel je donnerai prochainement quelques indications en l'appelant *Heterotrichus.*

Je me sers pour indiquer les grandes coupes zoologiques de l'ordre des Acariens d'un terme que M. Mégnin semble vouloir contester dans le cas qui m'a déjà occupé dans celui des Tétranyques. Ce terme, c'est le mot *famille.* Je dois déclarer que je l'emploie dans ce qu'il a de plus vague et que je le maintiendrai jusqu'à ce que les zoologistes soient tombés d'accord sur la valeur à donner à toutes ces expressions de *familles*, *tribus*, *genres*, *espèces*. Ce qui dans un cas est famille pour l'un devient tribu pour un autre, et tout le monde sait avec quelle profusion on multiplie les genres et les espèces sans pouvoir arriver à établir de l'uniformité. Un argument sur un mot n'aura de la valeur que lorsque ce mot aura été assez bien défini pour que sa définition puisse être acceptée par tous sans objections.

Entendons-nous d'abord sur la valeur du mot famille et nous discuterons ensuite le groupe que nous rangerons sous ce nom; mais en attendant, qu'on me permette de conserver cette expression pour faciliter la connaissance des groupements que je vais exposer.

Il n'est point difficile d'établir ce que j'appelle avec tous les acarologistes les familles d'Acariens. Toute la difficulté consiste dans la manière de grouper ces familles. Nicolet, qui l'avait très-bien compris, a insisté sur ce fait, en disant : « ....Si la délimitation des familles qu'ils représentent n'exige aucun effort d'esprit, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit d'établir entre elles des rapports plus intimes que ceux qui résultent de l'ensemble des caractères généraux. » Plus loin il ajoute : « Il devient difficile d'établir des rapports et de fixer avec certitude la place que chacune d'elles doit occuper dans une distribution méthodique », et enfin il termine en disant : « Ce qui reste, c'est-à-dire la distribution des familles, n'est plus qu'une affaire de convention. »

Pour arriver à grouper les familles suivant une distribution méthodique, M. Mégnin fait intervenir la nature du squelette, et il arrive, avec ces considérations, à placer en tête les Gamases alors que tout semble indiquer que la première place doit être donnée aux Oribates, mais c'est ici le cas de répéter avec Nicolet : « C'est affaire de convention et d'appréciation personnelle. »

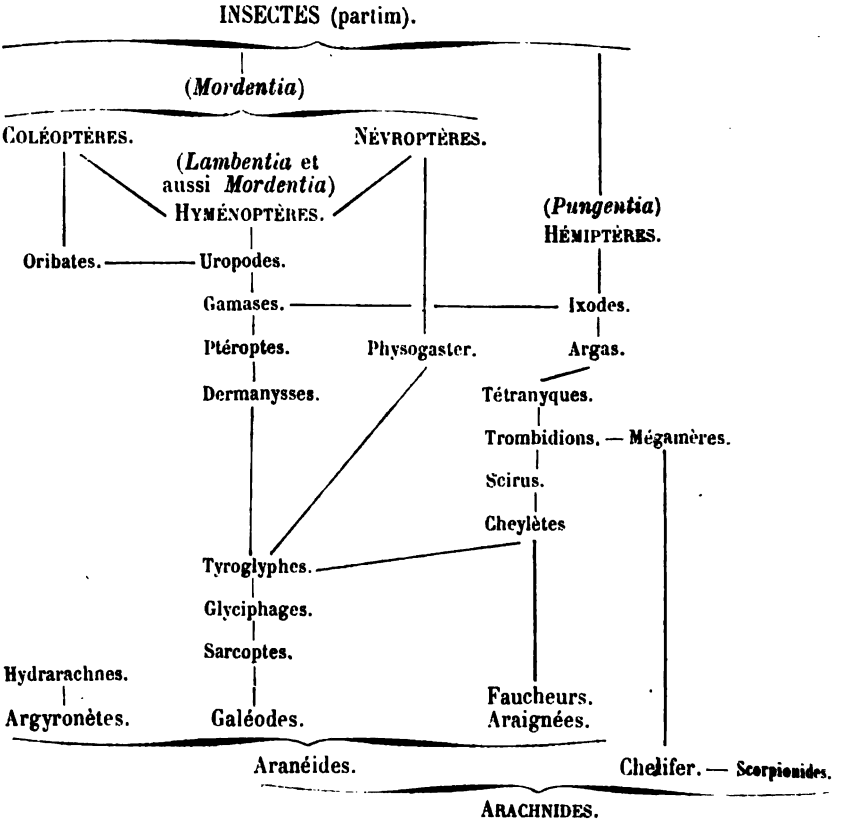
Ce qui l'est moins, c'est la présence de groupes complétement dépourvus d'épimères, tels que les Tétranyques dans des divisions caractérisées par un squelette ayant pour base des épimères.

Une autre base de cette nouvelle classification consiste à compter les articles des pattes, ce qui semblerait indiquer le retour à ces classifications où les caractères sont comptés et non pesés (*numerantur sed non ponderantur*), c'est-à-dire aux systèmes artificiels. Cependant, il faut le reconnaître, et je le fais en rendant un sincère hommage aux travaux de M. Mégnin, que c'est encore la classification qui pour le moment sem-

ble le plus approcher de la vérité. En présence de toutes ces difficultés, je me suis demandé s'il ne serait pas possible de construire pour l'ordre des Acariens une sorte de classification parallèle ou de groupement généalogique qui indiquerait non-seulement les rapports des Acariens entre eux, mais encore les rapports de ces êtres jusqu'à aujourd'hui peu connus avec les invertébrés dont ils sont le plus voisins.

Pour arriver à ce résultat, je ne considère que les formes les plus importantes; je laisse de côté toute conséquence de l'emploi de ces notions, genres, tribus, familles, etc., et je ne considère que la forme représentée par les types les plus importants et par ceux qui présentent les différences les mieux marquées. Chacune de ces formes peut être ou la souche ou seulement un élément d'une famille; peu importe pour le but que je cherche à atteindre. Je tiens seulement à montrer les rapports qu'ont entre elles ces formes sauf à laisser à une classification méthodique un groupement qui n'a pas encore été établi d'une manière satisfaisante.

C'est dans cet esprit que je présente le tableau suivant :



Les Acariens y sont, suivant l'ordre éminemment naturel, intercalés entre les Arachnides et les Insectes.

Les Arachnides offrent deux types bien tranchés : les Scorpionides et les Aranéides. Dans les Scorpionides les chelifer seuls semblent offrir quelque analogie avec les Acariens par les *Mégamères* dont les longues pattes antérieures organisées comme pour saisir ou s'accrocher peuvent, en poussant un peu loin la comparaison, être rapprochées des longues pinces des chelifer. Par tout le reste de leur organisation les Mégamères se rapportent aux Trombidiens.

Les Aranéides présentent, au point de vue qui nous occupe, trois branches bien distinctes d'où dérivent tous les autres Acariens ; ce sont : les *Argyronètes* qui nous offrent leur analogue dans les *Hydrarachnes*, les Galéodes et les Araignées. Les Galéodes conduisent directement aux *Sarcoptes* pour passer ensuite aux *Glyciphages* et aux *Tyroglyphes*. De ces derniers on peut aller latéralement aux *Physogaster* et aux *Cheylètes*, et en ligne directe aux *Dermanysses* qui, commençant la série des *Gamasides*, vont aux *Ptéroptes* et aux *Gamases* pour s'arrêter aux *Uropodes*.

Des Uropodes on passe parallèlement aux *Oribates* qui par leur carapace chitineuse et la segmentation de leur corps et de leurs pattes se rapprochent certainement des Coléoptères, et directement aux Hyménoptères avec lesquels, par l'organisation de leur bouche, les Gamases semblent avoir le plus d'analogie.

Quant aux *Physogaster*, ils semblent former un trait d'union intermédiaire que je rapproche volontiers des Névroptères par l'analogie que présente la femelle de cette espèce avec la femelle des Termites. L'appareil reproducteur a encore, par sa constitution extérieure, beaucoup de ressemblance avec celui des Panorpes.

De la troisième forme d'Aranéides représentée par les Araignées et les *Faucheurs* dérive bien certainement toute la série des Trombidions qui, par les *Tétranyques* passent aux *Argas* et aux *Ixodes* pour arriver aux insectes Hémiptères. Les pièces de la bouche sont ici les meilleurs éléments de comparaison. On en peut bien suivre toutes les gradations des *Cheylètes* aux *Tétranyques* et suivant une série un peu latérale dans les *Argas* et les *Ixodes*. Dans presque toutes ces formes se retrouvent à différents degrés les deux éléments qui semblent faire la base de la bouche des Hémiptères, à savoir : un organe fait pour piquer enfermé dans un organe disposé pour aspirer ou simplement protégé par ce dernier. Les Trombidions d'ailleurs sont les plus aranéiformes de tous les Acariens.

J'ai à dessein laissé de côté quelques formes, en particulier les *Demodex*, n'ayant pas sur ces êtres des renseignements assez précis. L'organisation des Acariens est chaque jour de mieux en mieux connue. Quelques points obscurs de leur histoire commencent à être élucidés. Les derniers travaux de M. Mégnin ont confirmé dans les Gamases quelques-unes des observations que j'avais pu faire dans les Tétranyques, telles

que la disposition de l'appareil digestif, la circulation, le système nerveux, le rôle des poils, etc., et je suis heureux sous ce rapport d'être en communauté d'idées avec M. Mégnin, mais il reste encore beaucoup à faire pour connaître cette organisation dans tout ce qu'elle présente de modifications. Aussi ne devra-t-on pas s'étonner si je répète en terminant ce que je disais au début et si j'insiste pour indiquer que la classification que je présente ne doit être considérée que comme un essai. C'est ce qui me paraît le mieux répondre aux connaissances actuelles, mais je ne veux pas en déduire qu'elle ne pourra subir quelque petite modification de détail, si de nouveaux travaux apportent de nouveaux éclaircissements.

NOTE

SUR

LA FACULTÉ QU'ONT CERTAINS ACARIENS

AVEC OU SANS BOUCHE

DE VIVRE SANS NOURRITURE PENDANT DES PHASES ENTIÈRES DE LEUR EXISTENCE ET MÊME PENDANT TOUTE LEUR VIE

Par M. P. MÉGNIN

Depuis des années que nous observons les Acariens en général et en particulier les Acariens parasites, il est un fait qui nous a depuis longtemps frappé et qui a dû certainement frapper d'autres observateurs : c'est que les *Ixodes* que l'on recueille sur les animaux, à quelque espèce qu'ils appartiennent, sont *toujours* des individus femelles et fécondés : nous en avons récolté des centaines sur des chiens, des bœufs, des moutons, des chevaux, des rongeurs de différentes espèces, des oiseaux, des reptiles, etc., etc., toujours le même fait s'est reproduit, toujours l'ixode fixé par son rostre barbelé aux téguments d'un de ces animaux, et en voie de se gorger de sang, était une femelle adulte et fécondée. Souvent nous avons rencontré adhérant à la face inférieure d'un de ces ixodes femelles un autre petit ixode très-différent, entièrement coriace, qui n'était autre qu'un mâle, dont la lèvre émoussée, à bords largement dentelés, introduite dans la vulve sous-thoracique de la femelle, sert, ainsi que nous l'avons constaté, de guide et d'introducteur au pénis qui émerge de sa base, en même temps qu'elle est un solide moyen d'union sexuel, tenant avantageusement lieu des ventouses copulatrices que portent plusieurs autres espèces acariennes.

Quels sont les premiers âges des ixodes, où et comment se passent les premières phases de leur existence ? c'est ce qu'on ignorait jusqu'à aujourd'hui : on sait que les ixodes sont ovipares ; qu'ils pondent un nombre considérable d'œufs, non pas par la bouche comme le croyait Latreille, mais bien par une vulve

sous-thoracique qui s'ouvre près de la base du bec, ainsi que l'a démontré M. Lucas (1). Mais le genre de vie et l'organisation des larves qui sortent de ces œufs étaient complétement ignorés. La rencontre que nous avons faite, sur un bœuf d'origine africaine, d'un énorme ixode femelle prête à pondre et l'étude que nous avons pu faire de sa nombreuse progéniture que nous avons suivie pendant plusieurs mois, nous permettent de donner la solution du problème qui est en même temps la démonstration d'un fait physiologique nouveau des plus intéressants.

L'ixode femelle en question nous a pondu, du 22 mai au 23 juin de cette année, *douze mille* œufs, presque sphériques, d'un diamètre moyen de un demi-millimètre, remplis d'une matière vitelline divisée en cellules granuleuses polyédriques, arrondies, de diamètres très-variables. Après avoir suivi toutes les phases de l'incubation de ces œufs, la formation de l'embryon jour par jour, nous avons vu tous ces œufs éclore du 25 juillet au 9 août et donner naissance à des larves hexapodes très-agiles à rostre en apparence complet, à plastron céphalo-thoracique, portant une paire d'yeux comme chez la mère, mais privées complétement des stigmates et de l'appareil respiratoire trachéen des adultes. Cinq à six jours avant leur naissance, lorsque l'œuf paraissait encore rempli aux trois quarts de vitellus, nous avons vu les téguments abdominaux se former en enveloppant complétement cette masse vitelline, et, au moment de leur naissance, tout l'abdomen de ces larves, de forme sphéroïdale, était comme gonflé par cette masse, et ne présentait aucune trace d'organisation d'appareil digestif. Depuis le jour de leur naissance, et aussi jour par jour, nous avons suivi ces larves et nous avons vu successivement leurs parties dures se foncer en couleur et s'épaissir, leur abdomen s'agrandir, s'aplatir de dessus en dessous et se festonner régulièrement en arrière ; l'estomac, avec ses cæcums symétriques se former progressivement aux dépens de la masse vitelline intra-abdominale ; la preuve, du reste, qu'un travail de nutrition très-actif avait lieu dans le corps de ces larves,

(1) *Annales de la Société entomologique de France*, 1836, p. 630.

c'est qu'elles déposaient sur les parois de leurs prisons de verre des déjections blanches qu'une analyse chimique microscopique nous a montrées être entièrement composées d'urates alcalins. (Avant la ponte la mère avait aussi rendu une grande quantité de matière excrémentitielle de même composition.) Depuis trois mois que ces larves vivent il nous a été impossible de leur faire accepter la moindre nourriture, soit en les plaçant sur un de nos bras, sous un verre de montre, soit en les déposant sur des lapins, des cabiais ou de plus grands animaux. La provision de nourriture qu'elles avaient dans l'abdomen et dont elles ont encore une partie, explique le phénomène. Elles sont actuellement sur le point de subir leur métamorphose et de se transformer, les unes en femelles, les autres en mâles; ceux-ci chercheront de suite à s'accoupler avec les femelles, et, après les avoir fécondées, mourront sans avoir pris aucune nourriture, ce que ne leur permettrait pas, du reste, leur rostre organisé pour pénétrer dans une ouverture naturelle et nullement pour ponctionner des téguments; quant aux premières, elles se fixeront sur des animaux soit pendant soit après l'accouplement, et absorberont une quantité de sang décuple de leur volume, quantité étonnante qui a sa raison maintenant connue, puisqu'elle servira, non-seulement à amener à bien une nombreuse progéniture, mais encore à la nourrir pendant la plus grande partie de sa vie, et même, pour quelques-uns de ces produits, les mâles, pendant toute leur existence.

Les Acariens sans bouche, qu'on regardait comme des espèces parfaites sous le nom d'Hypopus, d'Homopus, de Trichodactylus, d'Astomes, de Cellularis, etc., etc., que nous avons démontrés n'être que des nymphes, de véritables chrysalides ambulantes (1) vivent aussi sans absorber de nourriture, par suite d'un phénomène analogue à celui que nous venons d'observer chez les larves d'ixodes : leur corps est rempli d'une matière amorphe granuleuse, sorte de sarcode très-vivant résultant de la liquéfaction des organes internes et surtout de ceux de l'intérieur des membres

(1) *Mémoire sur les Hypopes* in *Journal de l'anatomie*, juillet 1874.

des larves qui les ont précédées ; la vie s'y conserve sans déperditions sensibles, puisqu'il n'y a pas émission de produits de déjections, par suite de l'absence totale d'ouverture anale, stigmatique ou autre pendant cette phase de l'existence de ces Acariens. La forme adulte, qui succède à cette forme hypopiale, se fait remarquer, surtout chez la femelle fécondée, par une grande voracité, tandis que les mâles sont le plus souvent entièrement absorbés par les fonctions de la génération, mangent très-peu ou même ne mangent pas du tout, comme chez les ixodes ; nous avons de fortes raisons de croire que les mâles des différentes espèces de Sarcoptes, par exemple, appartiennent à cette dernière catégorie.

Le fait d'individus adultes ou féconds qui n'absorbent aucune nourriture, malgré l'activité de leurs fonctions reproductrices, n'est pas particulier aux Acariens, et nous en trouvons d'autres exemples dans la série des animaux articulés : sans compter les proverbiales Ephémères, nous avons les principales Œstrides qui, à l'état parfait, ont les organes buccaux complétement atrophiés et ne remplissent certainement aucune fonction. La découverte de la forme astome et féconde faite par M. Lichtenstein chez le phylloxera du chêne, appartiendrait donc au même fait physiologique, dont la plus complète expression est fournie par les ixodes.

NOTE

SUR UN CAS

D'HÉTÉROTOPIE CONSÉCUTIVE A UN ÉPITHÉLIOMA DU SEIN

CHEZ L'HOMME

Par MM. G. HERRMANN et F. TOURNEUX

Cette note a pour but de signaler un cas d'hétérotopie consécutive, venant à l'appui des idées autrefois émises par Lebert et Ch. Robin, et développées récemment par ce dernier dans son *Traité de l'Anatomie et de la Physiologie cellulaire.* Elle a trait à une tumeur du sein enlevée au mois de juin 1876, par M. Lannelongue, sur un homme d'une quarantaine d'années. Notre examen a porté tant sur la tumeur elle-même, ayant environ la grosseur d'un œuf de poule, que sur deux ganglions de l'aisselle, du volume d'une grosse noisette, envahis par la production morbide.

En étudiant la tumeur du sein sur des coupes perpendiculaires à la surface cutanée, on ne trouve plus aucune trace du tissu normal de la glande mammaire (1). Celle-ci est remplacée par des masses épithéliales, séparées par des travées de tissu conjonctif; les plus volumineuses mesurent quelques millimètres de diamètre. L'ensemble présente ainsi un aspect lobulé, surtout apparent à la périphérie ; au centre même, les cloisons de tissu conjonctif sont fort minces, et la presque totalité de la pièce est composée de tissu épithélial. Ce dernier est formé de cellules polyédriques pourvues de noyaux ovoïdes à gros nucléoles réfringents. En certains endroits et notamment sur les bords des lobes épithéliaux, ces éléments sont plus nombreux et plus serrés, indiquant ainsi l'accroissement progressif de la tumeur. D'autres

(1) Nous avons cependant cru reconnaître, au niveau du mamelon, dans quelques larges traînées épithéliales verticales et irrégulières, les restants des canaux galactophores.

lobes, au contraire, sont bordés par une couche de cellules nettement cylindriques.

Mais le point sur lequel nous devons insister plus particulièrement, c'est la présence, dans l'épaisseur des masses épithéliales, de cavités de dimension et de forme variables, tapissées d'un épithélium prismatique, offrant beaucoup d'analogie avec celui des conduits de la glande mammaire. Les plus petites de ces cavités paraissent nettement sphériques; l'épithélium qui en constitue la paroi se compose de cellules allongées, qui se différencient nettement par leur forme prismatique des éléments polyédriques avoisinants. Leurs noyaux ovoïdes ou sphériques affectent une disposition très-nettement accentuée au pourtour de quelques cavités. Ils sont relégués dans le tiers inférieur des cellules, tandis que les corps cellulaires s'avancent vers le centre de l'excavation, et forment par leur juxtaposition une sorte de gaîne hyaline, à bords très-nets, ne renfermant aucun élément nucléaire. Cet aspect est surtout caractéristique sur les préparations traitées par le picrocarminate, la couronne de noyaux étant colorée en rouge intense, et tranchant ainsi sur le fond jaune des corps cellulaires. L'épithélium qui tapisse les cavités plus étendues se différencie de plus en plus nettement des éléments sous-jacents. A certains endroits même, on le voit, sur les préparations, séparé du restant de l'épithélium, et flottant librement dans la cavité à l'état de membrane distincte.

Il ne paraît pas que ces excavations communiquent les unes avec les autres, bien qu'à certains endroits elles présentent des sortes de prolongements en forme de culs-de-sac qui leur donnent un aspect plus ou moins ramifié. Elles ne sont donc pas à l'origine des dépendances d'une cavité préexistante, mais on peut suivre en quelque sorte les diverses phases de leur apparition et de leur développement au sein même du tissu épithélial. Fort petites à leur début, alors qu'elles ne représentent que de simples lacunes intercellulaires, elles augmentent graduellement de volume, en même temps que leur épithélium prend de plus en plus la forme prismatique. Les plus grandes ont l'aspect de kystes mesurant de 80 à 100 μ. Dès leur apparition, on saisit

la présence dans leur intérieur d'une substance hyaline ou granuleuse, réfringente et se colorant en jaune intense par l'acide picrique. Cette substance renferme parfois des éléments de forme variable, offrant des traces évidentes d'altération, et dont la provenance directe nous paraît difficile à établir.

Nous devons ajouter, pour terminer cette description, que la peau est normale au niveau de la tumeur. Le mamelon renferme quelques glandes sébacées volumineuses, légèrement hypertrophiées, mais les productions morbides n'arrivent nulle part au contact même du derme. Nous sommes donc en présence d'une tumeur de nature épithéliale développée aux dépens de la glande mammaire. Du reste l'absence complète de globes épidermiques laissait déjà présumer que nous n'avions point affaire à un éphithélioma de la peau.

L'examen des ganglions lymphatiques envahis révèle une structure tout à fait identique à celle de la tumeur. Le tissu épithélial s'est complétement substitué à celui de ganglion, et c'est à peine si quelques tractus fibreux issus de l'enveloppe indiquent encore les anciennes limites des follicules lymphatiques. Dans l'un des ganglions observés les divers détails que nous venons de décrire dans la tumeur du sein sont encore plus accusés que dans celle-ci. Les cavités sont serrées les unes contre les autres, et acquièrent parfois une étendue considérable (1/2 millimètre). En dehors des cavités tapissées par l'épithélium cylindrique, on voit de plus ce dernier constituer des sortes de gaînes autour des vaisseaux, de telle sorte qu'il se présente sur la coupe comme une couronne circulaire appliquée à la face externe des parois vasculaires. Il affecte une disposition analogue au voisinage des grosses travées conjonctives.

La tumeur précédente nous paraît donc remplir complétement les conditions de l'hétérotopie consécutive, telles que les a formulées Ch. Robin (1). En effet : 1° le tissu morbide n'existe pas

(1) Ch. Robin, *Mémoire sur trois productions morbides non décrites*. En commun avec M. Laboulbène. (*Comptes rendus et mémoires de la Société de biologie*. Paris, 1853, in-8, p. 185, avec 1 pl.). — *Mémoire sur deux nouvelles observations de tumeurs hétéradéniques et sur la nature du tissu qui les compose*. En commun

à l'état normal dans le lieu où il est né (ganglion), et 2° il n'est semblable à aucun tissu normal, mais bien au tissu de la mamelle altéré (1).

avec M. Lorain. (*Ibid.*, 1854, in-8, p. 209.) — *Note sur un nouveau cas de tumeur hétéradénique.* En commun avec M. Marcé. (*Ibid.*, Paris, 1854, in-8, p. 223.) — *Mémoire sur la production accidentelle d'un tissu ayant la structure glandulaire dans les parties du corps dépourvues de glandes.* (*Ibid.*, 1855, p. 91.) — *Mémoire sur le tissu hétéradénique*, lu à l'Académie des sciences, dans sa séance du 25 juin 1855. (*Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie.* Paris, 1856, in-4, t. III, p. 35 et suivantes.) *Anat. et physiologie cellulaires*, 1873, p. 518. Un des faits les plus frappants d'hétérotopie est celui que nous a communiqué M. Robin. Il est relatif à une femme de soixante ans, morte à l'hôpital Beaujon d'une maladie intercurrente. Elle portait au sein une tumeur dure, aplatie, à tissu gris, lardacé, demi-transparente, avec matière phymatoïde, donnant çà et là à ce tissu un aspect jaunâtre. Les cellules étaient petites, polyédriques, ou prismatiques, souvent régulières. Durant l'autopsie, un mouvement un peu brusque du bras brisa l'humérus, ce qui fit qu'en l'examinant l'on y trouva un tissu semblable à celui de la mamelle, mais sans aspect phymatoïde. L'existence de ce tissu dans le canal médullaire n'avait pu être soupçonnée. Sa structure était la même que celle du tissu de la mamelle malade. Les cellules étaient semblables également et là aussi étaient disposées en culs-de-sac. L'os était aminci, et on trouvait des culs-de-sac jusque dans ses aréoles médullaires ; seulement là il n'y avait dans les cylindres disposés en acini que des noyaux avec matière amorphe, imparfaitement segmentée en cellules. La pièce fut apportée à M. Robin, le 10 janvier 1857, par un élève de son cours pratique, externe à l'hôpital Beaujon.

(1) Consulter également L. Malassez : *Examen histologique d'un cas de cancer encéphaloïde du poumon.* (*Arch. de Phys.*, juillet-août, 1876.)

NOTE

SUR

LA CONSTITUTION DU TISSU FIBREUX

Par M. Ch. ROBIN

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Il faut encore répéter avec Bichat que : « quoique tous les organes fibreux aient une nature absolument identique, *quoique la même fibre entre dans la composition de tous*, cependant les formes qu'ils affectent sont extrêmement variables. C'est même cette variété de formes, jointe à celle de leur position et de leurs fonctions, qui les a fait différemment dénommer, qui les a fait désigner sous les noms de tendons, d'aponévroses, de ligaments, etc. ; car il n'y a point ici de dénomination générale pour tout le système, ni de mots qui répondent par exemple à ceux de muscle, de nerfs, etc., donnant l'idée de l'organisation, quelle que soit la forme de l'organe. »

Bichat ajoute qu'il ne créera point ce mot, pensant qu'on le comprendra facilement sans cela, et de fait, malgré le nombre des tissus dont les éléments anatomiques prennent la forme filamenteuse, tout le monde s'entend aujourd'hui sur la signification des expressions *tissu fibreux* et *système fibreux*.

Toutefois du tissu fibreux de Bichat on a dû séparer le *tissu élastique*, parce que la *fibre* qui le compose n'est pas la même que celle du tissu fibreux. D'autre part, bien que les *tendons* contiennent la *même fibre* que celle qui compose le tissu fibreux, elle y présente des particularités évolutives telles, ainsi que dans sa disposition fasciculaire et sa *texture*, qu'une même description histologique ne peut s'appliquer aux ligaments ou aux aponévroses et aux tendons, tant cylindroïdes que membraneux. Aussi doit-on les étudier séparément. L'élément anatomique fondamental de ce tissu étant le même que celui qui

compose essentiellement le tissu cellulaire, il n'y a pas lieu d'en reproduire la description.

Ces indications suffisent pour montrer qu'il n'y a plus lieu de discuter avec Bichat et autres la question de savoir si le tissu fibreux est de la nature des muscles ou de quelque autre spéciale. Il offre un exemple des plus tranchés de ce fait général, qu'une seule espèce d'élément anatomique peut se présenter dans l'économie animale, comme l'élément fondamental de tissus doués de propriétés très-différentes, de par ce fait que sa texture, c'est-à-dire l'arrangement réciproque de chaque individu élémentaire envers ses semblables et les éléments accessoires différents qui l'accompagnent, n'est pas le même dans l'un comparativement à l'autre. Les fibres lamineuses en offrent un exemple frappant dans les tissus cellulaire, tendineux et fibreux ; les cellules épithéliales nous en présentent d'analogues dans l'épiderme comparé aux parenchymes glandulaires et non glandulaires.

CONSTITUTION HISTOLOGIQUE DU TISSU FIBREUX.

Ce tissu se distingue aisément de tous les autres par son inextensibilité et sa ténacité jointes à une souplesse proportionnelle à la minceur des organes premiers qu'il forme ; ces caractères se maintiennent alors même que cette minceur est portée à ce point qu'il forme des membranes presque tout à fait transparentes telles que les aponévroses et le péricarde fibreux des fœtus et des petits vertébrés ; mais ce n'est que lorsqu'il se dispose en membranes plus épaisses, ou en cordons et masses diverses opaques, qu'il devient d'un blanc soit nacré, soit mat ou même grisâtre avec un certain degré de demi-transparence comme dans les ménisques articulaires, etc., à surfaces d'aspect strié, fibrillaire ou fasciculé.

Texture du tissu fibreux. — Le tissu fibreux a pour éléments anatomiques constitutifs essentiels : 1° des fibres lamineuses disposées en faisceaux dont quelques-uns atteignent ici une épaisseur de 0,10 ou environ; 2° des fibres élastiques, tant disposés en spirales autour des faisceaux, ce qui n'existe pas dans les tendons,

que plongées dans l'épaisseur même des faisceaux, à peu près comme dans ceux des tendons; certaines différences, notées ci-après, méritent toutefois d'être spécifiés; 3° des vaisseaux et des nerfs, mais qui ne se distribuent que dans les cloisons lamineuses interfasciculaires et jamais dans les faisceaux eux-même.

Dans chaque organe les faisceaux fibreux sont parfois cylindriques, mais le plus souvent polyédriques à faces de largeur inégale. Souvent aussi ceux qui se trouvent voisins les uns des autres sont de volume très-différent. Ces particularités distinguent déjà nettement la texture des ligaments de celle des tendons y compris le tendon ou ligament rotulien. En outre les plans de juxtaposition sont comme diffus, plus épais que dans ces derniers. Comme dans les tendons ces faisceaux renferment de fines fibres élastiques parallèles aux fibres lamineuses, un peu onduleuses, plus ou moins ramifiées et anastomosées d'un organe à l'autre. Elles existent même dans les ménisques du genou et autres. Elles sont dans ces organes et dans les ligaments proprement dits un peu moins nombreuses que dans les tendons. Elles le sont davantage au contraire avec de plus fréquentes anastomoses dans les membranes fibreuses (dure-mère, tunique des corps caverneux, du foie, du rein, etc.). Elles sont de plus accompagnées dans les ligaments, les ménisques, les bourrelets articulaires, les gaînes fibreuses des tendons, les anneaux du cœur, etc., de petites cellules élastiques, stelliformes, irrégulières, à courts filaments rayonnant autour d'un noyau irrégulier. Il y a en outre un plus grand nombre de noyaux du tissu cellulaire, surtout dans les organes nommés ci-dessus.

Les coupes perpendiculaires à la direction des faisceaux montrent les fibres élastiques sous l'aspect qu'elles ont dans les tendons, mais leur épaisseur offre plus de diversités de l'une à l'autre. Elles sont écartées les unes des autres de $0^{mm},02$ à $0^{mm},05$.

Il est un certain nombre des gros faisceaux ligamenteux, de ceux des gaînes tendineuses, des bourrelets articulaires, épais de $0^{mm},10$ et plus, que les coupes transversales montrent formés par

la juxtaposition intime de faisceaux primitifs épais de $0^{mm},05$ ou environ. Ici les coupes en font voir en même temps les fibres élastiques fines, toutes ou presque toutes rangées à la surface de ces faisceaux, interposées à eux si l'on veut, et marquant par leur situation les plans de juxtaposition. Dans certains organes, comme les anneaux fibreux du cœur, le tissu fibreux de ses valvules, les cellules étoilées, assez grandes, à noyau relativement gros, l'emportent en quantité sur les fibres élastiques proprement dites. Dans les valvules toutefois on voit en outre certaines de ces fibres élastiques de volume inégal offrant le caractère de fibres proprement dites former un réseau à mailles irrégulièrement arrondies, de dimensions variables de l'une à l'autre. Elles circonscrivent les faisceaux primitifs de fibres lamineuses, qui sont comme cohérents par leurs surfaces de contact ; elles le sont ici, aussi bien que dans les anneaux où les fibres élastiques complétement développées sont plus rares, et que dans la dure-mère où au contraire elles frappent par leur finesse, leur rapprochement et leurs anastomoses.

Rien de plus remarquable à cet égard que de suivre, à partir des anneaux fibreux du cœur ainsi constituées : 1° l'augmentation du nombre des fibres élastiques qui à partir des cellules d'origine, stelliformes, irrégulières, comme centre, s'anastomosent ainsi dans la couche fibreuse valvulaire, avec prolongement dans leurs mailles des faisceaux de fibres lamineuses venant de ces anneaux ; 2° du côté opposé, pour les anneaux artériels, une augmentation de même ordre de fibres élastiques, très-fines d'abord, puis parmi lesquelles s'en montrent de plus grosses. Celles-ci représentent l'origine ou l'insertion de la paroi moyenne des artères sur le tissu fibreux. Leur augmentation de nombre devient telle, que les faisceaux ou nappes de tissu cellulaire forment une masse moindre que celle de ces fibres, et la couche ainsi formée devient tout à fait opaque sur les coupes ; puis à quelques dixièmes de millimètre plus haut du côté des artères aorte et pulmonaire, les fibres élastiques se trouvent de nouveau écartées les unes des autres, mais par des fibres-cellules.

La disposition des faisceaux sus-indiquée se trouve près de la

surface externe de la dure-mère. Comme dans la tunique des corps caverneux aussi, les fibres élastiques fines sont en outre très-nombreuses, écartées les unes des autres de $0^{mm},01$ à $0^{mm},02$ seulement. Leur tissu n'est pas subdivisé en gros faisceaux secondaires et tertiaires comme celui des ligaments.

Juxtaposition des faisceaux. — Ces petits faisceaux, ou faisceaux primitifs, correspondent à ceux qu'on voit dans le tissu cellulaire. Ils sont réunis en *faisceaux secondaires*, que nous venons de décrire. Ce sont ces faisceaux secondaires qui directement, ou réunis en faisceaux tertiaires, vus à l'œil nu, étaient pris autrefois pour les éléments du tissu fibreux. Ce sont eux dont la couleur, la consistance, la direction et l'entre-croisement ainsi observés servaient à déterminer la structure des organes qu'ils forment. La couleur du tissu résulte de ce que les fibres immédiatement juxtaposées réfléchissent tous les rayons composant la lumière blanche. Ce n'est que dans quelques organes, comme les ménisques, où les faisceaux étant écartés par une certaine quantité de matière amorphe, hyaline, très-tenace, la lumière pénètre dans la profondeur et n'est pas réfléchie en entier. De là une teinte grisâtre, avec plus ou moins de demi-transparence pour tous ces organes. Dans le cas contraire, quand les fibres superficielles limitent des sillons ayant moins d'un millième de millimètre de profondeur, des phénomènes de décomposition de la lumière par interférence se produisent comme sur les tendons, avec production de tons irisés.

Les *cloisons* de tissu cellulaire qui existent dans un grand nombre des organes fibreux ne se trouvent pas entre chacun de ces faisceaux secondaires et tertiaires, mais le plus souvent entre des groupes par accolement de plusieurs de ces faisceaux ; d'où le peu de vascularité de ces organes. On peut même dire qu'ils manquent tout à fait dans l'épaisseur de la dure-mère, de la sclérotique, de l'albuginée et de l'enveloppe des corps caverneux. Toutefois à leur surface, surtout à la surface des ligaments, des gaînes tendineuses, des aponévroses, il y a isolement de quelques faisceaux les uns des autres par interposition de tissu cellulaire et même de tissu adipeux plus ou moins vasculaire.

Ces faisceaux, individuellement rectilignesen général, montrent sous le microscope les mêmes directions parallèles ou plus ou moins obliquement entre-croisées en tel ou tel sens que l'on saisit déjà sous l'œil nu à la surface des organes fibreux, dans les ligaments latéraux du genou, du coude, de l'articulation tibio-tarsienne, etc. Malgré le parallélisme apparent, beaucoup de faisceaux montrent sous le microscope une légère obliquité de direction des uns par rapport aux autres. Ces entre-croisements sont plus prononcés et très-remarquables dans les gaînes fibreuses des tendons, les aponévroses, les disques intervertébraux et dans les ménisques. Là on en trouve par places qui croisent les autres à angle droit ou à peu près, ou représentent de véritables plans offrant une direction contraire.

Rien de plus net et de plus frappant que ces entre-croisements sur les minces aponévroses et sur le péricarde fibreux des fœtus et des jeunes mammifères, dont la transparence se prête à un examen direct à l'état frais sous le miscroscope. Car quelle que soit leur minceur d'un sujet et d'un âge à l'autre, les aponévroses sont des organes qui ne manquent jamais, alors même qu'ils échappent aux dissections ordinaires. Ici comme sur les coupes des gaînes tendineuses, des bourrelets articulaires, des ligaments, etc., on constate çà et là l'existence de faisceaux plus ou moins régulièrement polyédriques, presque assez gros pour être visibles à l'œil nu; ils sont juxtaposés à d'autres qui peuvent être moitié plus petits ou environ, d'où de nombreuses variétés d'aspect dans leur arrangement réciproque, sans que le type de celui-ci soit changé.

Sous ces divers rapports et sous celui de l'adhésion de ces faisceaux, non mélangés des fibres lamineuses qui permettent le glissement des éléments les uns sur les autres comme dans le tissu cellulaire, la limite précise entre ce dernier et le tissu fibreux peut être aussi nettement établie que l'a spécifié Bichat. Elle peut l'être plus que ne le pensaient De Blainville et ses successeurs qui ne jugeaient la question que d'après les données des dissections ordinaires, sans tenir compte assez de la ténacité et de l'inextensibilité qui résulte de cette texture, quelque minces que soient les membranes.

Dans les anneaux fibreux du cœur, dans la fibreuse de ses valvules, dans diverses portions de la dure-mère crânienne, dans le tissu fibreux du trou déchiré antérieur, etc., on suit l'entre-croisement des fibres sans saisir des délimitations fasciculaires aussi nettes que dans les autres organes. Il semble qu'on a sous les yeux des nappes fibreuses plus ou moins obliquement entre-croisées, dont les surfaces se soudent l'une à l'autre par contiguïté, dans lesquelles sont englobées les fibres élastiques étoilées indiquées plus haut et les noyaux du tissu cellulaire en proportions variables.

Dans la sclérotique, les faisceaux primitifs ne sont pas entourés des fibres élastiques en spirale, etc. Quelques-unes onduleuses, très-fines, rarement anastomosées, siégent dans leur épaisseur. Les coupes montrent que la forme des faisceaux est ovalaire plus ou moins aplatie ; quelques-uns, en petit nombre, sont prismatiques à arêtes mousses. Ces faisceaux immédiatement juxtaposés sont groupés en faisceaux secondaires, à coupe également ovalaire plus ou moins aplatie surtout vers leurs extrémités. Ils ont une épaisseur de $0^{mm},10$ ou un peu moindre, sur une largeur double ou triple. Ils sont enchevêtrés élégamment en directions, obliques ou presque perpendiculaires, si ce n'est vers la face interne, où sur une épaisseur d'un quart à un tiers de millimètre ils sont presque tous parallèles concentriquement par rapport au centre du globe oculaire. Çà et là ils se divisent pour laisser passer des faisceaux semblables, mais de direction contraire, et s'anastomoser avec d'autres. Partout ils sont immédiatement contigus les uns aux autres sans interposition des cloisons de tissu cellulaire décrites ci-après. Aussi la plupart des dispositions précédentes disparaissent-elles sur les préparations faites à l'aide des acides acétique et autres qui font des fibres une masse homogène et cohérente. La netteté des contours des faisceaux primitifs et secondaires est au contraire exagérée sur les pièces durcies par dessiccation, par l'acide chromique, etc.

Les fibres lamineuses sont ici comme on le sait minces et un peu rigides, d'aspect analogue à celui des fibres tendineuses.

Les coupes montrent nettement aussi dans la sclérotique des

faisceaux nerveux épais de $0^{mm},10$ en moyenne, mais dont quelques-uns sont soit moitié plus gros, soit moitié plus minces. Ils sont eux-mêmes écartés les uns des autres de 2 à 4 millimètres et siégent plus près de la face interne que de la face externe de la sclérotique.

Cloisons interfasciculaires vaisseaux et nerfs. — Leur texture est celle du tissu cellulaire. Leur nombre et leur épaisseur réglent la vascularité et la richesse en nerfs des organes fibreux, car aucun de ces éléments ne pénètre dans les faisceaux même décrits plus haut. Aussi voit-on dans les bourrelets articulaires, etc., injectés, des portions d'organes épaisses d'un à plusieurs millimètres qui sont tout à fait dépourvues de vaisseaux, ou si l'on veut, qui séparent l'une de l'autre les cloisons vasculaires.

Sur les organes fibreux rendus transparents, gélatiniformes, par ébullition dans l'eau pure ou mieux acidulée avec les acides sulfurique, tartrique, etc, les cloisons sont visibles déjà à l'œil nu ou sous la loupe, sous forme de minces couches grisâtres, moins translucides que les faisceaux eux-mêmes. On constate que cela tient à ce que les fibres élastiques flexueuses et même celles qui sont à l'état de cellules étoilées jaunâtres y sont plus nombreuses encore que dans les faisceaux mêmes. Ces particularités se retrouvent aussi dans les disques intervertébraux, les ménisques des genoux, sterno-claviculaire, etc. Toutefois, dans ces organes, le volume des masses ou faisceaux non-vasculaires, la rareté des cloisons vasculo-nerveuses sont remarquables comparativement aux ligaments, aux aponévroses et surtout aux tendons.

Les préparations précédentes, mieux encore que les injections, montrent dans ces cloisons des capillaires de 1re, 2e et 3e variété. Ils forment des réseaux d'un aspect remarquable par la forme polygonale à angles arrondis de leurs mailles, devenant plus étroites, plus serrées, plus nombreuses en un mot à mesure qu'on approche des surfaces synoviale et externe des ligaments. La largeur de l'espace limité par ces mailles est très-variable de l'une à l'autre, même parmi celles qui sont rapprochées l'une

de l'autre. Cette largeur égale de 1 à 10 fois l'épaisseur des capillaires limitants.

Dans les ménisques du genou, ces vaisseaux s'avancent jusque dans la moitié de leur largeur ; mais la partie tranchante en est dépourvue. Après avoir formé des mailles très-petites, limitées par des capillaires sinueux, à côté d'autres étroites et allongées, les capillaires se terminent du côté du centre articulaire par une anse simple allongée, onduleuse. Dans les disques des articulations claviculaire et maxillaire les réseaux se terminent d'une manière analogue sans atteindre le milieu de l'organe. Il en est de même pour les disques invertébraux autour de leur cavité centrale.

Les cloisons interfasciculaires aponévrotiques renferment moins de nerfs et de vaisseaux que celles des ligaments proprement dits, mais les cloisons et les faisceaux sont plus riches en fibres élastiques.

Les *faisceaux nerveux* découverts par M. Sappey se voient toujours le long des capillaires et dans les cloisons seulement, ici comme pour les tendons. On n'en voit jamais dans les faisceaux propres. Les plus gros fascicules nerveux n'ont guère que $0^{mm},10$. On suit bien leurs subdivisions jusqu'à ce qu'ils sont réduits à 3 ou 4 tubes nerveux, toujours pourvus d'un périnèvre nettement visible, sans qu'on puisse suivre des tubes isolés. Les fascicules formés de 8 à 10 tubes environ s'anastomosent par places en plexus élégants très-nets.

Les tubes de ces faisceaux sont des tubes minces, sans les tubes larges qu'on voit au contraire dans les branches nerveuses des membres.

Le tissu cellulaire entourant les ligaments ne montre point de fascicules semblables dans ses faisceaux propres. Il en est de même du tissu cellulaire entourant les troncs nerveux et le nerf optique, tandis que le névrilème, l'enveloppe fibreuse de ce nerf et ses cloisons en montrent nettement, ainsi que l'a signalé le premier M. Sappey.

On n'en voit pas non plus, ou on n'en voit qu'à des intervalles très-éloignés dans la dure-mère, bien que les artères, les veines et

les capillaires y soient nettement apercevables, avec toutes leurs tuniques, dont l'externe est immédiatement contiguë au tissu fibreux.

Nous avons déjà indiqué que ces cloisons manquent dans les anneaux fibreux du cœur, dans les valvules, dans la dure-mère.

Si l'on compare l'ensemble des particularités de texture qui précèdent à celles que présente le tissu lamineux, on remarquera qu'il ne serait pas exact de répéter avec De Blainville et beaucoup de ceux qui l'ont imité depuis, que *le tissu fibreux n'est autre chose que du tissu cellulaire condensé et serré* (De Blainville, *Cours de physiologie*. Paris, 1829, n° 8, t. II, page 113).

On reconnaîtra aussi que ne pas décrire du tout ce tissu, ainsi que le font les histologistes allemands et leurs imitateurs, qui suivent l'exemple de De Blainville, c'est réellement laisser une lacune à combler.

OBSERVATIONS

SUR

QUELQUES POINTS DE LA TEXTURE DES SÉREUSES

Par MM. Ch. ROBIN et CADIAT

Bordeu a décrit séparément le péritoine, la plèvre et la *pie-mère* seulement (mais non l'arachnoïde, ni le péricarde, etc.); il les donne comme des *portions du tissu cellulaire propre aux organes qu'elles recouvrent, qui par compression et rapprochement se sont réunies en une membrane, lisse du côté soumis aux frottements et raboteuse du côté opposé*, qui fournit des prolongements ou des gaînes dans les viscères sous-jacents. Cette hypothèse du *tissu cellulaire condensé*, si souvent reproduite et remaniée depuis, n'est plus à discuter. Elle est infirmée complétement par l'embryogénie qui montre le développement d'une membrane plus ou moins mince, bien distincte des parties sous-jacentes comme le sont le derme et le chorion sous-muqueux.

Cette remarque s'applique non-seulement au développement normal de ces organes, mais aussi à leurs épaississements morbides; elle s'applique aussi aux cas dans lesquels il s'agit du plus ou moins d'épaisseur des aponévroses, des ligaments, des capsules fibreuses du foie, du rein, etc.

Bichat lui-même spécifiait que les séreuses, n'ayant pas de *tissu propre* pour leur donner des *propriétés spéciales*, ne sont formées en quelque sorte que du canevas des autres tissus, de celui du tissu cellulaire surtout, et qu'elles conservent presque toutes les propriétés physico-chimiques de ce tissu. Il s'étend même longuement sur ce point.

Cette manière de faire a été adoptée par presque tous ses successeurs, même par les histologistes modernes, qui n'établissent pas de différences entre la notion d'*élément anatomique* et celle de *tissu*, de composant et de composé, de parties consti-

tuantes et d'arrangement réciproque de ces parties. Or l'étude de la texture des séreuses, faite comparativement à celle de la texture du tissu cellulaire sous-jacent, la comparaison de la texture des tendons à celle de la dure-mère ou des aponévroses proprement dites donnent un exemple des plus nets de la manière dont un même élément anatomique fondamental peut conduire à la formation de plusieurs tissus différents physiquement et physiologiquement, suivant la manière dont ces particules s'associent entre elles et avec les éléments anatomiques accessoires qui l'accompagnent.

Il est bien entendu, d'autre part, qu'ici l'épithélium des séreuses joue un rôle fondamental, au point de vue physiologique particulièrement; mais notre but n'est pas d'en parler dans cette note.

TEXTURE DES SÉREUSES EN GÉNÉRAL.

Toutes les séreuses se composent d'une *trame* et d'une couche épithéliale généralement formée d'une rangée unique de cellules polygonales minces.

La trame est ici la partie essentielle de la membrane ; elle est l'homologue du chorion des muqueuses, du derme cutané. Sauf les cas de productions villiformes pathologiques, elle est toujours lisse et ne porte jamais sur sa face libre ou épithéliale des élevures papillaires ni villeuses. Elle peut, dans certaines régions, former des saillies de configurations et de grandeurs diverses, par adossement de la membrane avec elle-même, avec interposition quelquefois de tissus cellulaire et adipeux, mais ce ne sont jamais des élevures comme les villosités ou les papilles.

Sur l'homme toutes les séreuses ont une épaisseur moyenne de $0^{mm},05$. Elle peut rester à l'épaisseur de $0^{mm},03$ (qui est l'épaisseur moyenne sur les nouveau-nés) dans les régions adhérentes du péritoine, de la tunique vaginale, des plèvres, du péricarde, à la surface des tendons et de leurs gaînes, en diverses régions des synoviales articulaires ; mais la tunique vaginale, le fond des culs-de-sac péritonéaux, la synoviale du genou, des articulations coxo-fémorale, scapulo-humérale, etc., ont norma-

lement une épaisseur de $0^{mm},10$ en divers points de leur étendue.

Le péricarde viscéral atteint assez souvent cette épaisseur, là où il n'est pas soulevé par du tissu adipeux. Hors des cas morbides, jamais les synoviales n'ont un demi-millimètre comme on l'a dit. Des éléments du tissu cellulaire, des fibres élastiques, de la matière amorphe, des vaisseaux sanguins et lymphatiques et des nerfs, tels sont les éléments anatomiques qui composent ces membranes. Ils sont indiqués ici dans l'ordre de la prédominance des premiers par rapport aux autres.

Les éléments du tissu cellulaire l'emportent en quantité sur tous les autres. Les fibres élastiques y sont un peu plus abondantes que dans le tissu cellulaire sous-jacent, mais moins que dans les aponévroses, que dans le derme, le chorion des muqueuses dermo-papillaires et que dans les capsules fibreuses du foie et surtout que de la rate. Les fibres élastiques sont plutôt moins nombreuses dans les synoviales articulaires et tendineuses que dans les séreuses proprement dites, surtout que dans le péricarde et la plèvre pulmonaire. Dès les premières années de la vie la plupart sont des fibres proprement dites, pleinement développées et non en grande partie des cellules étoilées à prolongements fibrillaires stelliformes, comme dans les muqueuses vésicales, etc. Les synoviales en montrent pourtant quelques-unes restées à cet état. Ces fibres sont moins fines dans la plèvre et dans le péricarde que dans les autres séreuses. On peut dire approximativement que les fibres élastiques forment à peine le quart de la masse du tissu séreux.

L'examen direct de la *texture* des séreuses les montre formées d'un entre-croisement de fibres lamineuses soit isolées, soit pour la plupart fasciculées. Les faisceaux passent les uns par-dessus les autres sur plusieurs plans et de plus s'anastomosent réciproquement par places. Partout où ils ne sont pas contigus, une petite proportion de matière amorphe, hyaline, homogène tenace, peu extensible, comble les interstices. Dans l'épiploon et le mésentère des enfants et surtout des petits animaux, ainsi que dans l'arachnoïde, la séreuse est si mince qu'il n'y a pas plusieurs plans superposés de fibres et de faisceaux de fibres ; cette sub-

stance comble les vides ou mailles limitées par les faisceaux et fait ainsi du tout une membrane non perforée. Là où elle manque au contraire, ces portions de la séreuse constituent un véritable filet à mailles de grandeurs et de formes diverses, microscopiques ou non, séparées parfois l'une de l'autre par un seul faisceau, d'autres fois par une portion de membrane.

Cette matière amorphe, hyaline, sans noyaux ni granules à l'état normal, dépasse un peu les éléments anatomiques figurés entre lesquels elle s'enfonce en diminuant de quantité à mesure qu'on gagne vers la surface adhérente de la séreuse. A la face libre elle forme une *couche limitante hyaline* épaisse de $0^{mm},001$ à $0^{mm},003$. C'est sur elle que repose d'une manière immédiate l'épithélium, elle forme réellement la *surface libre* de la séreuse; c'est à elle autant qu'à l'épithélium que ces membranes doivent leur état lisse et brillant, car cet aspect se conserve sur le cadavre après la chute de l'épithélium tel qu'il est sur les animaux vivants.

Il est bien étonnant que la plupart des anatomistes n'aient pas été frappés de l'aspect lisse et poli que présentent les séreuses dans toute leur étendue et n'aient pas tiré de ce simple fait la conclusion toute naturelle que là où existe ce qu'on a voulu appeler une surface séreuse, on devrait trouver en dehors de la couche épithéliale dont il n'y a pas lieu de tenir compte puisque les épithéliums ne persistent pas après la mort; quelque chose peut expliquer cet aspect particulier. Il fallait bien admettre que jusqu'à une certaine profondeur au moins le tissu que l'on supposait former la surface était plus ou moins modifié soit par l'arrangement des éléments, soit par l'adjonction d'une substance remplissant les mailles de la trame comme le ferait un vernis; or l'un et l'autre existent, comme on vient de le voir. La couche superficielle partout identique avec elle-même est une véritable membrane, distincte par sa texture, et ce qui lui donne sa transparence, son poli et aussi sa résistance, c'est cette subtance amorphe interposée aux éléments.

Néanmoins on trouve encore répété partout que sur la dure-mère, sur le foie et d'autres points analogues, l'*épithélium seul*

de la séreuse forme un revêtement sur le tissu propre de ces organes. Comment les anatomistes ont-ils pu ne pas remarquer alors qu'il n'y a plus d'épithélium, que sur le cadavre les séreuses sont aussi unies que pendant la vie et que par conséquent sur les parties où l'on se refusait à admettre un feuillet séreux il fallait bien qu'il y eût quelque chose de plus.

Dans les parties où la séreuse forme une membrane continue, on voit çà et là des cellules fibro-plastiques fusiformes ou étoilées et quelques noyaux libres, plus encore dans les synoviales et dans le péricarde que dans les autres séreuses. Les noyaux libres y sont très-rares. Ces noyaux sont surtout abondants dans le péricarde et les synoviales. Ces dernières exceptées, les noyaux libres restent moins nombreux dans les séreuses que dans le derme et dans les muqueuses dermo-papillaires. Ils y sont épars et prédominent plutôt vers la face profonde que du côté de la surface, contrairement à ce qu'on voit dans les muqueuses. Sur les pièces durcies les faisceaux de fibres lamineuses présentent souvent des plissements réguliers sur toute leur longueur, comme ceux du tissu cellulaire sous-jacent; mais celui-ci se distingue toujours par plus de transparence, un moindre rapprochement des fibres, par la présence de vaisseaux plus gros, etc. Sous le péricarde ventriculaire et auriculaire on remarque de plus les nombreuses et plus grosses fibres élastiques formant un riche réseau à puissantes mailles tout autour du cœur, partout où manque le tissu adipeux.

Les fibres élastiques sont ramifiées et anastomosées dans toute l'épaisseur de la membrane, elles sont peu flexueuses et rarement disposées en spirale autour de quelques faisceaux de fibres lamineuses. Elles forment des mailles généralement d'autant plus larges qu'elles sont plus épaisses. Ces fibres s'amincissent à mesure qu'on approche de la surface épithéliale qu'elles n'atteignent jamais, la matière amorphe dépassant toujours les fibres lamineuses et élastiques sur une épaisseur de $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$. Çà et là des fibres peuvent être vues disposées parallèlement à la surface de la membrane, dans son épaisseur sur une certaine longueur; mais en fait elles n'y forment pas des plans ou couches élasti-

ques, ni près ni loin de la surface épithéliale, contrairement à ce que plusieurs auteurs ont avancé depuis Henle. Cela ne s'observe même pas sur l'endocarde.

Mais un fait important qui n'a jamais été signalé, c'est qu'à la face profonde des séreuses, à leur face de jonction avec le tissu cellulaire sous-jacent (quand c'est lui qu'elles touchent), il existe un réseau plus ou moins riche de fibres élastiques. En certains points, ce réseau devient une couche épaisse. Il faut une certaine attention et un grossissement de 400 à 500 diamètres pour le bien voir sur les coupes perpendiculaires à la surface de la membrane. Son épaisseur varie de $0^{mm},01$ à $0^{mm},03$ d'une séreuse à l'autre et même d'une région à l'autre des séreuses. Il manque partout où ces dernières adhèrent intimement à une membrane fibreuse comme celle du foie, de la rate, du testicule. Les faces de ce réseau sont naturellement mal limitées, si tant est qu'il soit logique de l'étudier à ce point de vue, car ses fibres se continuent avec celles qui sont en petit nombre dans le reste de l'épaisseur de la membrane et d'autre part avec celles du tissu sous-jacent. Quoi qu'il en soit, ce réseau limite la face profonde des séreuses, et c'est immédiatement au-dessous de lui que siégent les lobules adipeux, dans les régions où il s'en trouve, et le tissu cellulaire plus ou moins riche aussi en fibres élastiques sur lesquelles glissent les séreuses. Cette couche élastique sous-séreuse est d'autant plus considérable que les parties sur lesquelles elle se trouve sont plus exposées à des déplacements et à des changements de forme. Elle disparaît à la surface des organes comme le foie qui ne change pas notablement de volume et se développe au contraire considérablement sur l'intestin.

Les artérioles microscopiques accompagnées d'une ou deux veines et parfois de traînées de vésicules adipeuses ne se trouvent qu'immédiatement au-dessous de cette couche élastique, ou plus profondément, sans jamais la traverser. Des capillaires seulement la traversent, et en nombre relativement peu considérable, ce qui fait comprendre qu'on ait pu discuter la question de savoir si réellement les séreuses contiennent ou non des vaisseaux.

Ces dispositions anatomiques, concernant la séreuse d'une part, les vaisseaux et les tissus sous-jacents, impliquent qu'il faut établir toujours une distinction entre l'étude des maladies des séreuses et des synoviales et celles des tissus sous-séreux.

Vu de face, le réseau élastique de la *trame* même *des séreuses* offre des mailles d'un aspect très-élégant, polygonales, larges de un à quelques centièmes de millimètre. Les fibres qui les limitent sont à peine plus abondantes, mais un peu plus fines dans le péricarde viscéral et pariétal que dans la plèvre, le péritoine et la tunique vaginale ; elles sont plus rares, mais existent dans la portion du péritoine qui tapisse le tissu propre de l'ovaire ; car cet organe est enveloppé dans toute son étendue par la séreuse qui est aussi épaisse là qu'ailleurs et se trouve directement au contact du parenchyme ovarien. Elle s'en distingue aisément par la direction de ses fibres, etc.

Nous avons déjà dit que le péritoine se retrouve aussi, à peu près avec son épaisseur ordinaire, sur les capsules fibreuses de la rate, du foie et du testicule auxquelles il adhère immédiatement et intimement. Il est bien moins riche en fibres élastiques que les capsules hépatique et splénique surtout. Ce fait, la direction des fibres et le plus de transparence de la séreuse, permettent de distinguer aisément l'une de l'autre les deux membranes et leur plan de jonction.

Nulle part le tissu propre des organes (ovaire, tendons, etc.) ou celui de leurs capsules (rate, foie, testicule, etc.) ne se trouve immédiatement sous l'épithélium séreux, contrairement à ce qu'ont avancé et soutiennent encore quelques micrographes.

TEXTURE DE QUELQUES SÉREUSES EN PARTICULIER.

Arachnoïde.

On sait que l'arachnoïde elle-même, depuis Luschka surtout, a été considérée comme n'étant qu'une surface séreuse, comme n'étant que la dure-mère directement tapissée par une couche d'épithélium lamelleux. Or les coupes que nous avons pratiquées en divers sens sur les faux du cerveau et du cervelet,

cide acétique et se gonflent, deviennent vésiculeuses de bonne heure, disparaissent à l'état cadavérique. Ces particularités se constatent, à l'état frais, sur les lambeaux qui s'enlèvent aisément, aussi bien et même mieux que sur les coupes des pièces durcies. Quant aux prétendues *cellules pigmentaires* qui existeraient dans l'arachnoïde, ce sont des cellules fibro-plastiques pigmentées de la pie-mère et non de l'arachnoïde.

Épendyme.

L'épendyme n'est une séreuse ni embryogéniquement, ni au point de vue de sa texture propre. Il ne renferme ni fibres lamineuses, ni fibres élastiques. Ce n'est qu'artificiellement qu'il est isolable. Au niveau de la substance blanche cérébrale, comme dans la substance grise cérébro-spinale, l'épendyme n'est représenté par rien autre chose que par une portion de la substance amorphe cérébro-spinale intercellulaire et intertubulaire, sur laquelle l'épithélium repose d'une manière immédiate. Cette substance dépasse en effet les éléments anatomiques figurés sur toutes les surfaces internes et externes des centres nerveux. Elle les dépasse sur une épaisseur de $0^{mm},03$ à $0^{mm},05$ au niveau de la substance blanche des ventricules, $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$ à la surface des autres parties blanches de la protubérance du bulbe et de la moelle. Cette épaisseur varie de $0^{mm},05$ à $0^{mm},08$ au plus à la surface des circonvolutions de la substance grise limitant les ventricules, l'aqueduc de Sylvius, le plancher du quatrième ventricule et le canal central de la moelle.

Amorphe lors de son apparition embryogénique, elle résiste alors déjà, comme toujours par la suite, à l'action de l'acide acétique, et prend un état strié avec division fibrillaire facile sous l'influence des agents durcissants. Ce fait devient de plus en plus prononcé avec l'âge. Aussi la portion superficielle ou épendymaire de cette substance, celle sur laquelle repose l'épithélium mentionné plus haut, présente-t-elle un aspect réticulé à très-minces filaments rigides se continuant les uns avec les autres. Cet aspect est analogue à celui que donnent les minces lamelles de caillots fibrineux. Quand le durcissement a eu lieu dans l'acide chromique

et les chromates, il est plus prononcé dans toute l'étendue de la couche superficielle épendymaire que plus profondément. L'aspect fibrillaire et réticulé est moins dessiné quand le durcissement a eu lieu dans l'alcool. Dans ce dernier cas, la coloration au carmin montre partout dans son épaisseur quelques myélocytes écartés les uns des autres de $0^{mm},06$ à $0^{mm},12$ ou environ, un peu plus irréguliers qu'à l'état frais ; mais on ne les voit plus en aussi grand nombre quand les pièces ont été durcies dans des mélanges nitriques ou chromiques. Ces noyaux sont du reste bien plus rares dans la couche superficielle épendymaire que dans les cloisons intercellulaires et interfibrillaires cérébro-spinales.

Cette matière, comme on le sait, se continue sous forme de nappes striées, plus ou moins aisément divisibles en fibres, entre les faisceaux de tubes blancs et entre les groupes cellulaires voisins ou sous-jacents.

La disposition en nappes filamenteuses devient de plus en plus prononcée avec l'âge, elle l'est plus chez certains animaux, les poissons surtout, que chez l'homme. Sur celui-ci elle le devient surtout dans les cas morbides dits de sclérose. Alors cette matière se divise et se dissocie en nappes de fibrilles réellement isolables, rectilignes, nullement onduleuses, bien qu'elles s'infléchissent sans se rompre ; elles pâlissent un peu au contact de l'acide acétique mais ne se gonflent pas et ne deviennent pas cohérentes en masse gélatiniforme, comme le font les fibres lamineuses. Enfin, à l'état frais elles ne présentent pas l'état réticulé anastomotique indiqué plus haut. Jamais dans ces conditions, non plus que sur l'embryon, dans la profondeur du tissu ni dans la couche superficielle épendymaire, on ne trouve des noyaux ni des cellules fibro-plastiques ou du tissu cellulaire.

Il résulte de là des particularités d'aspect établissant les différences les plus tranchées entre les membranes séreuses décrites plus haut et l'épendyme, alors même que la disposition en couche de ce dernier est des mieux délimitées, comme sur les diverses parties de la voûte ventriculaire et de ses piliers ; comme aussi à la surface de la substance blanche médullo-spinale où elle offre une épaisseur de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$.

Synoviales.

Tout en conservant les analogies de développement, de disposition, d'épaisseur, etc., qu'elles ont avec les séreuses, les *synoviales* présentent des particularités de texture qu'il importe de noter. La principale est que le réseau élastique sous-séreux indiqué plus haut manque dans toutes les synoviales; elles renferment pourtant des fibres de cette espèce, mais elles y sont très-minces, onduleuses, rarement subdivisées et anastomosées; elles ne s'avancent également pas jusqu'à la surface qui porte la rangée épithéliale. Dans les synoviales tendineuses en particulier, ces fibres élastiques sont souvent à l'état de cellules à noyau étroit et allongé, avec ou sans prolongements stelliformes, très-minces, irrégulièrement flexueux, formant parfois un fin réticulum par leurs anastomoses. Ce réseau, bien moins riche que celui des séreuses, siége dans la trame synoviale, mais non essentiellement à sa face profonde, et ne s'avance pas jusqu'à sa face libre.

La trame des synoviales soit articulaires, soit tendineuses (surtout dans leur portion pariétale reposant sur du tissu cellulaire) est relativement riche en noyaux ovoïdes du tissu cellulaire.

Les vaisseaux leur arrivent des cloisons inter-ligamenteuses, forment un réseau sous-synovial quand existe une couche sous-séreuse de tissu cellulaire et des capillaires forment des mailles dans la trame même, qui s'enfoncent jusqu'à $0^{mm},02$ ou $0^{mm},03$ de la surface portant l'épithélium.

Le long des vaisseaux sous-synoviaux l'on voit des fascicules de tubes nerveux minces dérivant de ceux qui sont dans les cloisons ligamenteuses et tendineuses.

Dans toutes les régions où les synoviales adhèrent directement aux coulisses fibreuses et aux bourrelets articulaires, elles manquent de vaisseaux ou ne montrent que de rares et larges mailles de tissu capillaire. Mais partout ailleurs on en suit dans leur épaisseur davantage que dans les séreuses et de plus gros.

L'adhésion des synoviales à la surface des gaînes fibreuses, des bourrelets glénoïdiens, cotyloïdiens, etc., a lieu de la même ma-

nière que celle de l'arachnoïde à la surface de la dure-mère, du péritoine à la surface de la splénique, etc. Les coupes permettent de les suivre nettement dès l'époque fœtale et de constater les différences de texture. Leur épaisseur devient seulement un peu moindre et il est impossible de voir des vaisseaux dans leur trame. Toutes ces particularités s'observent aussi à la surface des ménisques du genou, sur lesquels on suit nettement la mince synoviale bien distincte du tissu fibreux sous-jacent, jusqu'au bord tranchant de ces organes.

Les synoviales, surtout celles des articulations, montrent dans toute leur épaisseur des cellules fibro-plastiques fusiformes et surtout des noyaux libres du tissu cellulaire en bien plus grand nombre que les séreuses. Il en résulte pour leur tissu un aspect remarquable sous le microscope. Ce fait est constant, mais avec des différences sensibles d'un sujet à l'autre.

Le nombre de ces éléments est d'autant plus grand que la surface des synoviales articulaires montre une plus grande quantité de végétations villiformes simples ou ramifiées.

On sait que ces villosités siégent surtout près du cartilage, mais aussi dans toute l'étendue de la synoviale. Elles sont simples ou ramifiées, à pédicule épais de quelques centièmes à quelques dixièmes de millimètre. Il porte un renflement terminal ou plusieurs à la suite l'un de l'autre en forme de chapelet.

Ces derniers sont sphéroïdaux ou ovoïdes plus ou moins allongés, épais de un à plusieurs dixièmes de millimètre.

Ce renflement est formé soit par un tissu semblable à celui du pédicule, soit par un nodule de tissu cartilagineux dont les éléments ont la forme embryonnaire ou se présentent sous la forme qu'ils ont à l'état adulte, le tout recouvert par du tissu cellulaire de nouvelle génération tel qu'est celui du pédicule. Ce tissu est parfois si riche en noyaux qu'ils ne sont écartés les uns des autres que par un intervalle égal à peine à leur propre diamètre, intervalle plein de fibres lamineuses, sans fibres élastiques ni vaisseaux. On constate bien du reste que ces végétations sont des provenances de la trame même de la synoviale et non des tissus sous-jacents.

Il n'y a pas de vaisseaux dans ces prolongements villiformes, tandis qu'au contraire il s'en produit dans les néo-membranes et les fongosités. Pourtant dans le cas d'hypertrophie de ces prolongements villeux il s'y forme des anses vasculaires très-belles qui leur donnent assez l'aspect des villosités placentaires.

Ces différences de texture entre la trame des diverses synoviales et celle des séreuses, les différences aussi qui existent entre leurs épithéliums rendent compte des différences sécrétoires et relatives à leurs altérations pathologiques que présentent ces deux variétés de membranes.

On voit par là pourquoi elles ne sécrètent pas les mêmes liquides et pourquoi aussi les altérations pathologiques qui les atteignent diffèrent entre elles.

Quant aux synoviales tendineuses et articulaires, leur identité de texture (et celle de la synovie qui en humecte les surfaces) peut être directement constatée là où elles communiquent l'une avec l'autre à l'articulation de l'épaule à la hanche et souvent aux articulations coxo-fémorale, fémoro-tibiale et au genou.

Endocarde.

Cette membrane n'est pas une *séreuse*. L'étude de sa texture et de son développement le prouve ; elle montre de plus que, contrairement à ce qui a été si souvent admis d'après les données de la pathologie et des aspects extérieurs, en séparant des séreuses cette membrane pour la rapprocher anatomiquement des tuniques des vaisseaux sanguins, Bichat était absolument dans le vrai.

L'*endocarde droit* et l'*endocarde gauche* ont en effet l'un et l'autre la même structure sauf les différences d'épaisseur ; et cette structure est au fond celle que l'on trouve, non pas dans les artères comme on est porté à le dire habituellement, mais dans les veines, ainsi que l'a déjà noté l'un de nous (M. Cadiat).

Les deux endocardes se composent des couches suivantes : 1° l'épithélium ; 2° la membrane interne (*tunique commune de Bichat* ; *lame striée* des auteurs allemands) ; 3° la couche élastique se continuant avec la couche celluleuse ou sous-péricar-

dique, qui plus ou moins mince se prolonge entre les faisceaux des muscles cardiaques.

L'étude de la texture de ces couches autant que celle de leur disposition stratigraphique, si l'on peut ainsi dire, montre que c'est surtout à la paroi interne des veines que peut être comparé l'endocarde, c'est-à-dire à celle qui est formée par : 1° leur épithélium, 2° leur tunique de Bichat, et 3° leur couche ou tunique à fibres longitudinales. Celle-ci, non-seulement est aussi vasculaire et pourvue de fibres lamineuses mêlées aux fibres élastiques, mais encore ces dernières y sont fines comme dans l'endocarde, bien que beaucoup moins abondantes et moins souvent anastomosées. D'autre part, les altérations pathologiques, les maladies de l'endocarde se rapprochent davantage de celles des veines que de celles des artères. En d'autres termes, l'*endocardite* tient de la *phlébite* et non de l'artérite.

Quant à la couche musculaire du cœur, elle est l'homologue de la couche musculaire des veines et peut-être aussi de leur tunique adventice, riche en fibres-cellules longitudinales dans les grosses veines aboutissant aux oreillettes.

En d'autres termes, dans l'ensemble du système vasculaire, le cœur (oreillettes et ventricules) est, embryogéniquement et quant à sa structure, une provenance veineuse (et non artérieuse) par dilatation, avec substitution d'une espèce de faisceaux contractiles (*striés*) à une autre espèce (*fibres-cellules*). Enfin dans les vertébrés, dont le cœur reste simple sans s'élever jusqu'à la duplicité ventriculaire et auriculaire, tels que les poissons, le cœur est un récepteur (oreillette) et propulseur veineux (ventricule); quant à l'aorte, elle dérive de la réunion directe en un tronc artériel médian, des *veines artérieuses* ou branchiales, homologues des *veines pulmonaires ou artérieuses* des autres vertébrés. Mais ce n'est pas ici le lieu de développer ce point important d'anatomie et de physiologie comparatives.

Rien de plus net sur les coupes faites en toutes directions dans les ventricules et dans les oreillettes que la superposition de ces couches et que les différences de leur texture que nous allons exposer succinctement.

Notons d'abord que l'endocarde gauche a une épaisseur totale de $0^{mm},4$ à $0^{mm},5$, dans l'oreillette aussi bien que dans le ventricule. Elle est moindre d'un quart à deux cinquièmes dans les cavités droites; aussi l'endocarde droit laisse-t-il mieux voir la couleur du tissu musculaire que le gauche et n'offre généralement pas la teinte jaunâtre ou opaline qu'a ce dernier.

1° A la surface de l'endocarde, l'*épithélium* forme une seule rangée de belles cellules polygonales à cinq ou six pans, régulières en général, à bords ne montrant que de petites ondulations. Leur longueur est ordinairement de $0^{mm},03$, $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$ sur $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$ de large. Elles conservent ces dimensions et cette régularité sur les tendons valvulaires, mais sur les valvules même, on en trouve de plus petites que les précédentes çà et là entre les plus grandes, n'ayant parfois que trois ou quatre côtés, ce qui leur donne un aspect moins régulier qu'ailleurs à l'ensemble de la couche épithéliale. Partout, du reste, elles ont une forme moins allongée que dans les vaisseaux proprement dits. Nous n'avons jamais vu deux rangées épithéliales superposées que Luschka dit avoir observées quelquefois.

2° La tunique dite *interne*, *séreuse*, *nerveuse*, *lisse* dans les artères et *tunique commune du système à sang rouge* de Bichat, est celle à laquelle l'endocarde doit son aspect lisse et brillant, car cet aspect persiste après que l'épithélium est tombé. C'est immédiatement sur elle que repose ce dernier. Elle offre ici la même texture que dans les veines et dans les artères. Son épaisseur varie de $0^{mm},05$ à $0^{mm},08$ et dépasse par suite un peu celle qu'elle a dans les vaisseaux. Cette épaisseur est un peu moindre sur les piliers et les valvules et un peu supérieure dans les cavités gauches. L'endocarde est réduit à l'épithélium et à cette couche n'ayant plus elle-même qu'une épaisseur de $0^{mm},02$ à $0^{mm},01$ sur les petites cordes tendineuses et sur la face artérielle des valvules sigmoïdes.

La texture de la *tunique de Bichat* est la suivante : partout elle manque de capillaires sanguins, et les lymphatiques même n'empiètent pas ou n'empiètent que peu sur elle. Cette absence de vaisseaux est un caractère différentiel capital pour séparer les

séreuses de la tunique interne du cœur. Elle est essentiellement constituée par des fibres lamineuses fines enchevêtrées, soit isolées, soit en nappes plutôt qu'en faisceaux, accompagnées d'un certain nombre de noyaux du tissu cellulaire tant sphériques qu'ovoïdes, peu volumineux, que l'acide acétique rend visibles. Des fibres élastiques très-fines, généralement parallèles entre elles, peu anastomosées, les accompagnent, mais en moindre nombre que dans la tunique correspondante des vaisseaux. Elles ne sont pas assez nombreuses pour empêcher que cette couche ne soit plus transparente que toutes les autres sur les coupes minces du péricarde. Cette transparence est due aussi à ce qu'une assez grande quantité de matière amorphe tenace accompagne et englobe tous ces éléments, les dépasse à la surface même de la tunique en y formant une très-mince couche hyaline sur laquelle reposent les cellules épithéliales. Cette couche endocardique est la plus importante de toutes, au point de vue des altérations morbides de l'endocarde, tant végétatives qu'ulcéreuses. Dans l'un et l'autre cas, on constate une multiplication notable des noyaux du tissu cellulaire.

3° La *couche élastique*, dite aussi *tunique moyenne* (homologue ici de la tunique à fibre longitudinale des veines), est la principale pour l'épaisseur, la ténacité et l'élasticité. Sur les coupes, elle se distingue de suite à un faible comme à un fort grossissement par son peu de transparence sous le microscope, comparativement à la précédente et au tissu musculaire du cœur. Elle devient remarquablement épaisse dans les hypertrophies du cœur et surtout dans le cœur du bœuf, du cheval, de l'éléphant, etc., et donne alors à l'endocarde sa couleur plus ou moins jaunâtre. Elle présente diverses particularités de texture suivant les régions du cœur qu'elle tapisse. Les principales seules seront notées ici.

D'une manière générale, elle est composée de fibres élastiques très-minces, anastomosées en réseau à mailles anguleuses, d'aspect réticulé, très-remarquable et bien connu. Ces mailles n'ont souvent qu'une largeur de $0^{mm},01$ partout où le tissu est jaunâtre particulièrement, et là il est divisible en très-minces lamelles par dilacération. Dans les portions de son épaisseur où

cette tunique n'est pas ainsi purement élastique, peu transparente, les mailles sont plus larges et souvent les fibres plus épaisses, disposées en réseaux analogues à ceux des muqueuses céphalo-thoraciques. Des nappes de fibres lamineuses s'enchevêtrent avec les premières, au travers des mailles. L'acide acétique en rendant gélatiniformes les fibres lumineuses, y met à découvert des noyaux du tissu cellulaire en quantité variable d'une région et d'un animal à l'autre.

Dans la plupart des régions où l'endocarde est mince, comme au ventricule droit, près des valvules et sur les valvules, toute l'épaisseur de la couche élastique est formée du tissu foncé presque purement élastique, que l'acide acétique ne modifie pas, et indiqué ci-dessus. La couche interne (*tunique de Bichat*), plus transparente, adhère alors d'une manière immédiate à cette couche foncée, de la manière indiquée p. 628 pour l'arachnoïde, etc.

Mais dans la plupart des autres régions de l'endocarde, la couche élastique est formée de deux ou trois plans qui se distinguent sur les coupes par des différences de texture et de transparence. Ici la couche de Bichat repose non directement sur le tissu purement élastique foncé mais sur le tissu cellulaire riche en fibres élastiques, sus-indiqué (p. 637-638), que l'acide acétique rend assez transparent mais moins que cette dernière; tissu cellulaire que le carmin colore sensiblement aussi, tout en laissant bien voir ses réseaux de fibres élastiques, disposés eux-mêmes parfois sur plusieurs plans. L'épaisseur de cette portion de la couche élastique varie chez l'homme entre $0^{mm},04$ et $0^{mm},10$. Au-dessous, on arrive au plan plus purement élastique, peu transparent, non coloré par le carmin, épais de $0^{mm},10$ à $0^{mm},30$ suivant les régions. Généralement on passe de l'un à l'autre de ces plans brusquement et non par transitions insensibles; souvent même, sur les coupes, une ligne noire, plus foncée que le reste du tissu et indiquant là une texture plus serrée qu'ailleurs, marque la surface de jonction de ces deux plans de la couche élastique. Le plan que nous venons de décrire comme le principal est aussi, par places, subdivisé en quelque sorte par une ou deux lames moins opaques, formées de quelques nappes de tissu cellulaire.

Par places, l'opacité de cette couche, c'est-à-dire l'état serré du réseau élastique, va régulièrement en diminuant à partir du plan le plus foncé jusqu'à la face adhérente de l'endocarde. Toutes ces variétés secondaires de ces dispositions peuvent se rencontrer dans une même cavité cardiaque, d'une région à l'autre de son étendue. Du reste la coupe de la membrance correspondante des veines riches en fibres élastiques, telles que la veine porte et les pulmonaires, montre des dispositions assez analogues.

En passant des oreillettes sur les valvules, l'épaisseur de l'endocarde se réduit à $0^{mm},2$ environ et la diminution porte principalement sur cette couche élastique. Elle disparaît complétement ou se réduit à un réseau élastique formé d'une seule rangée de fibres au bord libre des valvules, en sorte qu'à partir de ce bord, toute la face ventriculaire de ces replis n'est tapissée que par la *membrane commune* (p. 636, 2°). On voit ensuite réapparaître la couche élastique au bord adhérent ventriculaire ; elle est très-mince d'abord, puis de plus en plus épaisse ; c'est encore ainsi qu'on la voit se montrer vers les orifices des veines caves et pulmonaires.

L'endocarde s'amincit un peu sur les plus petites colonnes du cœur, mais non sur les grosses. Sa couche élastique s'amincit graduellement sur celles qui portent des tendons, et disparaît dès qu'elle atteint la base de ces filaments.

Avant d'atteindre les valvules sigmoïdes, l'endocarde tapisse les anneaux fibreux du cœur, sur une hauteur de 2 millimètres environ chez l'homme. Là, son épaisseur se réduit à $0^{mm},2$ environ, et il la conserve sur toute la face ventriculaire des valvules sigmoïdes. Au bord libre de celles-ci, la tunique élastique disparaît ou se réduit à une seule rangée de fibres anastomosées sur toute l'étendue de la face artérielle de ces valvules. La tunique interne seule tapisse ainsi toute cette face artérielle ; elle tapisse ensuite sur une hauteur de 1 millimètre environ le tissu des anneaux fibreux avant d'atteindre la tunique musculo-élastique ou moyenne des origines artérielles sur lesquelles elle se continue.

Ce fait prouve bien que la membrane interne avec son épithélium, mérite seule le nom de *membrane commune* que lui

a donné Bichat, car elle passe des veines aux oreillettes, sur les deux faces de leurs valvules, sur les ventricules, puis sur les valvules sigmoïdes pour gagner la face interne des artères.

Il y a au contraire une couche élastique pour chacune des quatre cavités, laquelle s'arrête à tous les orifices. Rien n'est plus facile de voir qu'elle s'arrête aux valvules sigmoïdes et qu'elle ne se continue pas avec la tunique élastique des artères aorte et pulmonaire. Rien de plus net au delà de son interruption que l'insertion de la membrane moyenne de ces artères sur les anneaux fibreux.

La disposition de cette couche élastique de l'endocarde rapproche complétement cette membrane de la tunique interne des veines.

Dans l'une et l'autre on voit à la face profonde une zone noire plus ou moins épaisse de fibres élastiques.

Mais là où l'analogie est des plus évidentes, c'est au niveau des valvules auriculo-ventriculaires. Si l'on étudie la structure de ces replis, et celle des valvules veineuses, on trouve une identité complète, au point que le cœur droit tout entier représente considérablement amplifiés le petit appareil que l'on trouve au niveau des valvules veineuses.

Les *valvules des veines* sont formées surtout par une lame de matière amorphe, traversée par des fibres élastiques, et du tissu cellulaire se continuant avec la tunique moyenne. Du côté des capillaires la tunique interne avec sa couche élastique se continue jusqu'au bord libre, en s'amincissant peu à peu. Du côté du cœur, la tunique de Bichat s'arrête un peu avant le bord adhérent de la valvule et ne se continue pas sur la face qui regarde de ce côté.

Comme aux valvules veineuses, c'est à l'oreillette, c'est-à-dire du côté des capillaires, que la couche élastique des valvules auriculo-ventriculaires est le plus épaisse. Elle se continue insensiblement sur la face supérieure de la valvule mitrale.

Dans la cavité ventriculaire qui représente au contraire le petit espace existant au-dessus des valvules veineuses, la couche élastique disparaît en grande partie, exactement comme dans les vaisseaux.

4° *Le tissu cellulaire* sous-endocardique reçoit quelquefois le nom de tunique adventice ou externe de l'endocarde. Il est formé de tissu cellulaire comme la tunique externe des artères et des veines, dans lequel se prolongent des fibres élastiques de la face profonde de la tunique précédente, en général plus grosses que les autres et anastomosées. Ce tissu cellulaire se prolonge sans interruption avec celui des cloisons intermusculaires et conserve ses fibres élastiques dans celles-ci. Il semblerait en quelque sorte que les parois du cœur sont dues à la production de faisceaux musculaires dans cette tunique celluleuse.

Cette couche a une épaisseur de $0^{mm},10$ en moyenne dans les ventricules et moitié moindre dans les oreillettes ainsi que sur les colonnes charnues. Elle disparaît de celles-ci avant leur sommet près des insertions tendineuses. Elle disparaît aussi tout à fait dès que la tunique élastique atteint les anneaux fibreux et la membrane fibreuse des valvules. Alors il y a adhésion immédiate de la tunique élastique au tissu des organes fibreux, comme du péritoine à la capsule splénique, etc. (p. 626 et 627). Dans les parties des auricules où il y a adossement de l'endocarde au péricarde, il y a une adhésion semblable entre la tunique élastique et le tissu propre péricardique, la couche celluleuse manquant aussi en ces points.

Spécifions qu'on suit ce tissu cellulaire, bien que réduit à une très-mince couche sous l'endocarde tapissant les anneaux fibreux et la *face ventriculaire des valvules sygmoïdes* (p. 639). En outre au niveau du point où les faisceaux fibreux prolongent en quelque sorte les anneaux cardiaques pour former la fibreuse valvulaire, ce tissu prend une épaisseur d'un demi-millimètre et plus, pour combler un espace prismatique triangulaire à face un peu concave que sans lui laisserait l'endocarde en passant de la paroi ventriculaire sur la valvule observée. Les coupes montrent que cet épaississement triangulaire offre naturellement son angle le moins prolongé, du côté de l'artère, bien que pourtant il s'avance là jusqu'au voisinage de l'insertion de la tunique élastique sur l'anneau fibreux.

Une disposition analogue, mais sur une épaisseur moitié

moindre s'observe au niveau de l'insertion ou origine des valvules auriculo-ventriculaire sur leurs anneaux ; seulement c'est du côté de la face auriculaire et non de la face ventriculaire qu'elle siége. Notons que ce tissu cellulaire, bien que riche en fibres élastiques fines, complétement développées, est surtout remarquable par la quantité de cellules fibro-plastiques fusiformes et étoilées et de noyaux libres du tissu cellulaire qu'il contient.

5° *Vaisseaux endocardiques*. Nous les décrivons tant d'après les recherches de Luschka que d'après les nôtres propres (Luschka, *Anatomie der Brust des Menschem*. Tubingen, 1863, in-8°, p. 385 et suiv.).

Sur les pièces injectées on voit des cloisons intermusculaires du cœur se détacher d'artérioles et de veinules encore assez grosses relativement des branches qui, d'une part, donnent les mailles capillaires à forme spéciale aux muscles, pendant que d'autres donnent des mailles bien plus larges, arrondies ou polygonales à angles arrondis, forment un réseau moins riche. On constate bien la superposition de celles-ci aux premières et leur siége dans le tissu cellulaire sous-endocardique même. On voit aussi que si elles rampent contre la couche élastique elles ne la pénètrent pas.

Aussi remarque-t-on que ce n'est pas de l'endocarde que viennent les vaisseaux des valvules sigmoïdes et que, si ceux des tendons en viennent bien et vont jusque dans les valvules auriculo-ventriculaires, celles-ci en reçoivent d'autre part.

Du reste les coupes montrent que pour toutes les valvules c'est dans leur tissu propre, le tissu fibreux, que siégent leurs vaisseaux.

Ainsi que Luschka l'a bien vu, quelle que soit sa finesse, chaque tendon tant valvulaire que trabéculaire, allant d'un faisceau musculaire à l'autre (oreillette, etc.), conduit deux ou trois artérioles larges de $0^{mm},1$ à $0^{mm},3$ qui conservent à peu peu près le même volume dans toute leur longueur et viennent plutôt du muscle que des valvules. Elles rampent sous la *membrane commune* et donnent de rares capillaires formant quelques mailles étroites qui ne s'enfoncent pas dans les faisceaux tendineux mêmes.

Ces vaisseaux vont rejoindre le réseau de la face ventriculaire de la valvule correspondante. Ces valvules ont en effet un réseau distinct pour chaque face, avec des anastomoses intermédiaires. Comme dans presque tous les organes fibreux, les mailles de ces réseaux n'offrent guère de particulier que les diversités dans la forme et la grandeur de leurs mailles, par places elles sont petites, et dans le voisinage elles sont de trois à cinq fois plus larges; parmi celles-ci on en trouve quelques-unes qui sont très-petites.

Ces vaisseaux viennent de deux sources: les uns viennent de l'endocarde auriculaire; ce sont ceux qui se distribuent sur la face correspondante de la valvule. Pour ce réseau on en voit venir aussi directement du cercle artériel et veineux cardiaque. Le réseau de la face ventriculaire reçoit surtout ses artérioles et ses veinules directement de ce cercle vasculaire, par l'intermédiaire de l'anneau fibreux et du bord de la valvule adhérent à celui-ci.

Les *valvules sigmoïdes* reçoivent leurs vaisseaux de la même source que la valvule mitrale, comme nous venons de l'indiquer ici; c'est-à-dire de ceux qui venus du cercle vasculaire cardiaque traversent les anneaux fibreux pour gagner le bord adhérent valvulaire. Ce fait est important à noter, pour l'aorte surtout, en ce qui concerne l'étude des maladies valvulaires, ainsi que Luschka l'a déjà noté. Ces artérioles et ces veinules, du même volume que celles des autres valvules, se dirigent du bord adhérent concave vers le bord libre, soit directement, soit plus ou moins obliquement, en s'anastomosant et formant un réseau à larges mailles polygonales. Ils rejoignent à deux ou trois millimètres du bord libre un réseau un peu plus serré, formé de vaisseaux plus fins, presque parallèles à ce bord et qui viennent du voisinage de chacune des extrémités de chaque valvule sigmoïde. Ce réseau siége dans l'épaisseur du tissu fibreux, mais plus près de la surface ventriculaire des valvules et de l'endocarde qui la tapisse que de la face aortique.

ANALYSES ET EXTRAITS

DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Sur les changements de forme et de texture du foie de l'homme pendant la croissance, par TOLDT et ZUCKERKANDL. (*Sitzb. der KK. Akad. der Wiss.*, 1875, Bd. LXXII, Absh. III.)

Nous reproduisons ici presque textuellement ce qui, dans cet excellent travail, touche plus particulièrement à l'histologie du foie.

I. — SYSTÈME VASCULAIRE SANGUIN.

Les auteurs, pour étudier la disposition des vaisseaux, pratiquent des injections *incomplètes* de la veine porte et des veines sus-hépatiques, après quoi le tissu est durci par l'esprit-de-vin et coupé.

Sur le foie de l'adulte, à l'âge de vingt ans, par exemple, on sait que jamais une coupe mince ne renferme de grosse ramification vasculaire appartenant soit à la veine porte, soit aux veines sus-hépatiques, particularité due à l'immense développement des branches de ces vaisseaux. Il en est tout autremement chez le nouveau-né ; en outre, il est beaucoup plus difficile d'y séparer les divers territoires vasculaires, de sorte qu'on ne peut que rarement avec certitude délimiter un lobule.

Si la coupe a été faite dans le sens de la longueur d'une ramification des veines hépatiques ayant de $0^m,010$ à $0^m,018$ de largeur, on peut suivre ce tronc dans tout son épanouissement et le voir se bifurquer jusqu'à ce que les branches terminales ne mesurent que de $0^m,044$ à $0^m,033$ de largeur et de $0^m,450$ à $0^m,220$ de long. On voit en outre un grand nombre de capillaires s'aboucher directement dans les troncs veineux. C'est là un caractère très-particulier du tissu hépatique. A l'intérieur du territoire desservi par les ramifications d'une veine sus-hépatique, on peut voir des branches de la veine porte marchant parfois en sens contraire ; ces branches envoient quelques ramifications qui entourent le territoire de la veine sus-hépatique, mais jamais jusqu'à le découper en parties distinctes comme chez l'adulte.

Là où une veine sus-hépatique a été coupée perpendiculairement à son axe, l'aspect se rapproche assez de ce qu'il est chez l'adulte. Le réseau capillaire est seulement disposé en mailles plus arrondies ; il affecte une figure radiaire moins prononcée que plus tard.

La principale différence entre le nouveau-né et l'adulte est, en somme, que chez l'enfant les ramifications des veines hépatiques et de la veine porte ne se distribuent pas aussi régulièrement que chez l'adulte. Il y a bien chez l'enfant des aires vasculaires jouissant d'une certaine indépendance; mais ces aires ne comprennent pas seulement le terrain dépendant d'une seule racine veineuse; elles embrassent toute une ramification veineuse plus ou moins développée, et ne sont par conséquent pas comparables aux îlots hépatiques de l'organe adulte. Elles correspondent, en réalité, à un certain nombre de ceux-ci, et représentent en quelque sorte des îlots hépatiques d'un ordre plus élevé, qui se séparent peu à peu en portions indiquées déjà par les racines veineuses qu'ils embrassent et entre lesquelles viennent s'épanouir des branches de la veine porte.

Pendant la période embryonnaire, le système sanguin est encore plus simple que chez le nouveau-né. Chez un embryon humain de quatre semaines environ, on voyait sur des coupes transversales du corps, à la partie postérieure du foie, de grands espaces sanguins, irréguliers, reliés au tronc veineux qui continue à cet âge l'oreillette droite; de ces lacunes part un réseau de vaisseaux de petit calibre s'étendant jusqu'à la portion antérieure du foie et se disposant à la manière des capillaires autour des éléments glandulaires.

De la huitième à la neuvième semaine, on voit par places, au milieu de ce réseau capillaire, de gros vaisseaux sanguins à parois relativement épaisses; mais on ne saurait dire si ce sont des branches de la veine porte ou des veines hépatiques.

A la dixième semaine, les branches de la veine porte sont entourées d'une masse considérable de tissu conjonctif riche en noyaux; elles sont faciles à distinguer des veines sus-hépatiques, à minces parois, enveloppées immédiatement par les cellules de l'organe. Ces deux sortes de vaisseaux sont toujours assez éloignées l'une de l'autre, mais sans régularité dans leur disposition réciproque.

Au troisième et au quatrième mois, on distingue encore plus facilement les branches de la veine porte et des veines hépatiques; on remarque de plus entre elles une certaine alternance, sans toutefois que les aires vasculaires soient nettement définies. Ce n'est qu'au cinquième et au sixième mois de la grossesse qu'on retrouve la structure indiquée dans le foie du nouveau-né, à cette différence près que les ramifications de la veine porte et des veines hépatiques ne sont pas aussi compliquées.

Il convient de noter que chez l'embryon on voit souvent, immédiatement sous la capsule du foie, une couche de vaisseaux dans les mailles étroites desquels on ne trouve aucun élément glandulaire sur de grandes étendues. Ces mailles sont en partie traversées par des ramifications de l'artère hépatique, en partie remplies d'une substance homogène, incolore, transparente, contenant çà et là des noyaux oblongs.

Les capillaires du foie aux premières périodes du développement

sont notablement plus larges que dans la suite, aussi bien au point de vue absolu, que proportionnellement à la quantité de substance glandulaire interposée. Cela se voit encore mieux chez l'enfant. De plus, les capillaires voisins de la surface de l'organe sont plus larges que ceux qui en occupent le centre.

Au contraire, les grosses branches de la veine porte et des veines hépatiques sont chez l'embryon et chez l'enfant relativement plus étroites et plus courtes que chez l'adulte. D'ailleurs, l'épanouissement lent du système sanguin pendant la vie fœtale ne semble pas toujours marcher du même pas dans toute l'étendue du foie : à la périphérie, les aires vasculaires se délimitent moins vite qu'au centre. L'extension des ramifications vasculaires après la naissance provient de l'accroissement en longueur et en largeur des vaisseaux existants, ainsi que de la multiplication croissante de leurs branches. Les ramifications de la veine porte séparent de plus en plus les unes des autres les racines des veines hépatiques : en même temps le système capillaire de celles-ci gagne en étendue à cause de l'allongement de ses canaux et vraisemblablement aussi à cause de la formation de canaux nouveaux ; peu à peu, il arrive ainsi à sa disposition rayonnée.

Chez l'enfant âgé de trois semaines, on trouve déjà le système sanguin presque semblable à celui du foie de l'adulte, seulement les îlots hépatiques sont généralement plus petits et le diamètre de la veine centrale est variable. On voit des îlots, larges de $0^m,495$ à $0^m,891$ et longs de $0^m,781$ à $1^m,100$, autour d'une veine centrale coupée par le travers, faiblement injectée et mesurant de $0^m,038$ à $0^m,066$. Un petit nombre seulement de ces îlots hépatiques sont bien isolés; presque partout les vaisseaux présentent le même agencement que chez le nouveau-né.

Chez un enfant de dix mois, et mieux chez un enfant de deux ans, on trouve un grand nombre d'aires vasculaires bien circonscrites, mesurant pour la plupart environ 1 millimètre en largeur et de 1 millimètre à $0^m,0016$ en longueur, le diamètre de la veine centrale étant de $0^m,077$ à $0^m,096$. A cet âge, on voit encore beaucoup d'îlots hépatiques d'un ordre plus élevé, c'est-à-dire des aires vasculaires tributaires de deux ou quatre veines centrales et même davantage.

On peut résumer ainsi l'évolution du système sanguin du foie. Aussitôt après la constitution du système capillaire du foie, celui-ci verse directement le sang dans de grandes lacunes distinctes (quatre semaines pour l'embryon humain); puis apparaissent sans ordre spécial de plus gros rameaux vasculaires (de huit à neuf semaines). On peut donc appliquer à l'homme l'opinion de Schenk que pendant un certain temps le foie embryonnaire est comparable à un seul lobule du foie adulte. On ne voit avec certitude les vaisseaux présenter leur disposition définitive que du troisième au quatrième mois de la grossesse. A partir de ce moment, l'accroissement est simplement caractérisé par ce fait que les deux arbres vasculaires, celui de la veine porte et celui des veines

hépatiques, s'allongent et se ramifient progressivement, en sorte que les aires vasculaires d'ordre plus élevé se divisent. Ces aires vasculaires d'ordre plus élevé représentent de véritables lobules dont la veine centrale se diviserait plusieurs fois dichotomiquement. Les ramifications de la veine porte prenant une extension lente, chacun de ces îlots grandit de plus en plus et se divise finalement en un nombre incommensurable d'îlots plus petits. Le même processus se répétant on arrive à ce nombre immense d'îlots hépatiques que nous trouvons chez l'adulte. La formation de nouveaux lobules ne cesse donc que quand les racines des veines hépatiques n'augmentent plus de nombre.

Cette formation des îlots hépatiques explique la formation assez commune, même chez l'adulte, d'îlots jumeaux, c'est-à-dire se confondant par une plus ou moins grande partie de leur périphérie, et dont les veines centrales se réunissent en un tronc commun avant d'entrer dans une veine sublobulaire.

II. — Cellules du foie.

Si on traite le tissu du foie d'un nouveau-né ou d'un embryon arrivé à la dernière période de la grossesse par une solution de sel de cuisine à 1/2 pour 100, et qu'on le dissocie, on trouve, outre les hématies et les leucocytes, différentes espèces de cellules :

1° *Cellules polyédriques.* — La plupart des cellules ressemblent aux cellules du parenchyme hépatique complétement développé. Elles sont irrégulièrement polyédriques, elles ont parfois un diamètre égal dans toutes les directions, mais le plus souvent elles sont allongées; souvent, une de leurs faces est concave. Leurs contours sont nets et brillants; le corps de la cellule est peu granuleux et contient souvent de la graisse ; le noyau est bien apparent, rarement double, toujours excentrique, sphérique, très-granuleux ; leurs nucléoles sont bien nets. Ce qui distingue ces cellules de celles du foie adulte, c'est leur transparence, la rareté des grains de pigment à leur intérieur, et surtout la grosseur considérable du noyau. Celui-ci mesure chez l'adulte de 7 à 9 μ : en moyenne 8 μ; chez le nouveau-né, il mesure de 8 à 12 μ : en moyenne 9 μ environ. Les cellules chez l'enfant paraissent offrir en général un diamètre dominant, tandis qu'il est rare d'observer cela chez l'adulte. Les dimensions extrêmes observées sont indiquées dans le tableau suivant :

	NOUVEAU-NÉ.	ADULTE.
Plus long diamètre,	de 32,7 à 13,9 μ	de 34,3 à 15,6 μ
Plus court diamètre,	de 23,4 à 10,9 μ	de 24,2 à 14,7 μ

Le rapport du plus long diamètre au plus court serait d'après cela :

Chez l'enfant : entre 1 : 1 — 2,08.
Chez l'adulte : entre 1 : 1 — 1,70.

Chez un embryon du cinquième au sixième mois examiné à l'état frais, la grosseur des cellules polyédriques variait de 31,2 à 17,2 μ pour le plus long diamètre et de 23,4 à 14 μ pour le plus court. Ces mesures ne sont pas tout à fait d'accord avec celles qu'avait autrefois indiquées Harting.

Les recherches de MM. Toldt et Zuckerkandl ne leur ont point fourni la preuve qu'il y ait en réalité augmentation du nombre des cellules du foie pendant le premier âge. Et puisque le foie humain, depuis la naissance jusqu'à son complet développement, décuple au moins de poids et de volume, bien que simultanément son tissu s'atrophie en plusieurs endroits, il faut admettre qu'une formation de nouvelles cellules accompagne la croissance de l'organe, quand même on admettrait en outre que, pendant ce temps, les cellules hépatiques doublent de volume (1).

2° *Cellules sphériques.* — Du troisième mois de la grossesse à la naissance, on trouve, entre les cellules polyédriques, d'autres cellules en nombre variable et plus abondantes chez le fœtus que chez le nouveau-né. Après la naissance, leur nombre diminue rapidement et on n'en trouve déjà plus dans les premières semaines de la vie extra-utérine. Elles sont parfaitement sphériques, de diamètre variable; leur contour est nettement accentué. Elles sont finement granuleuses, transparentes; elles ne contiennent pas de graisse, même alors que les cellules polyédriques en contiennent beaucoup; elles ne contiennent jamais non plus de pigment. Le noyau, assez gros, est à contours moins nets que celui des cellules polyédriques : on voit presque toujours deux ou trois nucléoles dans un seul noyau. Le diamètre de ces cellules varie entre 10,2 et 17,2 μ, celui du noyau entre 7,8 et 9,4 μ.

Outre ces deux espèces de cellules, MM. Toldt et Zuckerkandl ont observé assez souvent des cellules de forme intermédiaire : leur contour, généralement rond, semble aplati par places; le corps de la cellule est très-granuleux; le noyau volumineux, à bords clairs, présente quelquefois de petits étranglements latéraux ou, ailleurs, une protubérance gibbeuse. Chez de plus jeunes embryons, les mêmes observateurs ont trouvé de grosses sphères ayant environ 32 μ de diamètre, et renfermant, à l'intérieur d'une zone de substance cellulaire finement granuleuse, trois à quatre noyaux de 10 μ de diamètre environ remplissant presque tout le corps de l'élément; ils ont trouvé également des cellules plus grosses et plus irrégulières, à contours nets, formées d'une substance presque homogène, contenant de 5 à 6 noyaux.

Contrairement à l'opinion de Kölliker et de Fahrner, qui avaient décrit ces éléments sphériques comme appartenant au sang du foie, MM. Toldt et Zuckerkandl, par une préparation spéciale, démontrent que ces cel-

(1) La duplicité des noyaux à l'intérieur des cellules ne paraît pas être toujours un signe d'une active prolifération cellulaire, comme le montre l'existence de deux noyaux dans les cellules des filaments de Purkinje chez le mouton adulte.

lules font bien partie du tissu du foie. Pour cela, ils constatent d'abord que le sang extrait des veines sus-hépatiques ne contient qu'un nombre minime de ces éléments ; puis ils lavent l'organe en y injectant lentement une solution d'eau salée jusqu'à ce que celle-ci sorte incolore. Ils étudient alors le tissu par dissociation et retrouvent en abondance les cellules sphériques. On peut vérifier également que ces éléments font bien partie du foie, sur de bonnes coupes d'embryon colorées au picrocarminate. On constate que le noyau de ces cellules fixe beaucoup plus fortement le carmin que le noyau des cellules polyédriques ou cellules hépatiques proprement dites.

III. — Texture du foie.

MM. Toldt et Zuckerkandl ont constaté que chez le fœtus et encore quelque temps après la naissance, la disposition du foie est exactement celle d'une glande tubuleuse réticulée ; mais un peu plus tard, chez l'enfant, le tissu hépatique se transforme.

Il convient de rappeler ici l'aspect des coupes dont il a été parlé plus haut et sur lesquelles on distingue nettement les deux ordres de cellules, les unes à gros noyau, prenant peu les matières colorantes, carmin, hématoxyline; et les autres, du tiers plus petites, se colorant au contraire fortement par ces substances. Pour étudier la nature et la disposition de ces derniers, il convient de choisir un embryon âgé, dont on a injecté la veine porte, après l'avoir vidée le plus possible de sang, avec du bleu soluble. En effet, ces noyaux sont d'abord plus nombreux dans la seconde moitié de la vie fœtale, et ensuite l'injection laisse mieux voir les rapports de ces noyaux avec les parties constituantes du parenchyme hépatique.

Sur de bonnes préparations on peut trouver l'intervalle d'une maille capillaire entièrement rempli de petites cellules rondes, pâles avec un noyau homogène fortement coloré. Les cellules sont tantôt disposées circulairement, tantôt en amas. D'autres fois dans une maille capillaire un peu plus allongée, on les trouve disposées plus ou moins régulièrement sur deux rangs; elles sont tantôt voisines de la paroi d'un capillaire et tantôt au contraire isolées au milieu des cellules polyédriques dans la paroi d'un conduit biliaire. — Eberth avait déjà décrit des cellules d'un ordre particulier sur le foie des batraciens, qu'il avait rattachées au tissu conjonctif; mais MM. Toldt et Zuckerkandl donnent à ces petites cellules embyronnaires une tout autre signification comme on le verra plus bas. Les auteurs signalent en passant ce fait que les noyaux de ces petites cellules sont plus gros à l'état frais que quand elles ont été traitées quelque temps par l'alcool.

MM. Toldt et Zukerkandl n'ont pas eu l'occasion de vérifier si le foie de l'homme présente au début ces « cylindres hépatiques solides » signalés par Remak; leurs premières observations sont de la quatrième semaine.

Sur le foie d'un fœtus de cet âge, la structure canaliculée se voit très-bien rappelant seulement d'assez loin ce qu'on observe chez l'adulte. Les parties antérieure et latérales du foie montrent un réseau de canaux qui, se ramifiant de tous côtés, forme en général des mailles arrondies ou oblongues. Les parties moyenne et postérieure sont formées de conduits cellulaires plus longs, plus larges, se réunissant à angle aigu, et convergeant tous en arrière. La lumière de ces conduits a partout un contour parfaitement net. On peut voir dans les conduits les plus étroits trois ou quatre cellules autour de leur lumière, et davantage sur les plus gros. On ne voit pas de membrane propre.

En outre de ces conduits biliaires creusés au milieu des cellules hépatiques, on voit au voisinage des conduits cholédoque ou hépatique qui sont déjà relativement larges, de gros conduits biliaires tapissés de longues cellules épithéliales cylindriques et entourés d'une tunique de substance conjonctive à noyaux. Ils appartiennent aux premières ramifications du conduit hépatique, et bien que MM. Told et Zuckerkandl n'aient pas observé leur communication avec les canalicules du foie, on doit admettre leur continuité avec eux ; car on voit sur les coupes en long de certains tubes, leur épithélium passer lentement à la forme cylindrique, à mesure qu'on se rapproche d'un gros conduit excréteur. On peut conclure de là qu'à cet âge les coupes glandulaires sont formées par une seule sorte de cellules et qu'à en juger par la nature de leur noyau, ces cellules se rapprochent des cellules polyédriques qu'on trouvera plus tard.

Au cours de la dixième semaine, on voit apparaître dans l'épaisseur des parois des conduits glandulaires, ces cellules qui se distinguent par la petitesse de leur corps, la forte coloration du noyau, etc. Leur nombre, considérable par rapport à celui des véritables cellules hépatiques, varie aux divers endroits : au voisinage des branches de la veine porte elles paraissent plus rares ; elles sont isolées entre des cellules polyédriques ou réunies par quatre ou six dans la paroi d'un conduit biliaire. Ces groupes dans ce cas, paraissent environnés d'une sorte d'enveloppe commune. On trouve également des coupes soit longitudinales soit transversales de conduits glandulaires qui sont essentiellement constitués par ces petites cellules, ou ne présentent que çà et là une cellule hépatique ; d'autre part des régions entières du réseau glandulaire se montrent formées exclusivement de cellules polyédriques qui, autant qu'on en peut juger, ne diffèrent pas sensiblement, sauf par la grosseur, des cellules du foie du nouveau-né.

La disposition des canalicules biliaires à cet âge (10e semaine), est à peu près la même que chez l'adulte. Les canalicules hépatiques voisins d'une branche de la veine porte, prennent les caractères de conduit excréteur ; ils ont la même structure que les plus fines ramifications interlobulaires des conduits biliaires de l'adulte. Ces conduits excréteurs sont limités par un épithélium plat, fusiforme sur la coupe par suite

de la proéminence des noyaux. Rien de semblable ne se voyait à la quatrième semaine de la vie fœtale.

Toujours au même âge (10e semaine), les rapports des canalicules hépatiques et des conduits excréteurs sont les suivants : les tubes hépatiques au voisinage des branches relativement grosses de la veine porte ont presque toujours une direction perpendiculaire à celles de ces branches; ils s'abouchent à angle droit avec les conduits excréteurs, tandis que les cellules polyédriques viennent s'appliquer directement sur l'épithélium plat de ceux-ci. Hering a décrit exactement de même la terminaison des canalicules dans les canaux biliaires interlobulaires chez l'enfant âgé de trois mois.

A partir de la dixième semaine, les modifications histologiques que subit le parenchyme du foie sont lentes. Les petites cellules à noyau se colorant fortement abondent surtout du quatrième au septième mois. Parfois elles semblent remplir en majorité le champ du microscope. A cette époque aussi le nombre des cellules enveloppant un canalicule biliaire paraît plus considérable que cela n'a lieu antérieurement ou plus tard ; on peut trouver jusqu'à quatre ou six de ces cellules et même plus. Du troisième au quatrième mois, on peut constater sur certains individus la présence de granulations graisseuses ; du quatrième au cinquième mois, on découvre des granulations de pigment jaune mais seulement dans les cellules des conduits excréteurs et dans les cellules hépatiques avoisinantes. Le réseau glandulaire se développe de plus en plus, les anastomoses s'écartent au contraire en proportion de la longueur des conduits.

A la fin de la grossesse, les cellules rondes ont beaucoup diminué de nombre par rapport aux cellules hépatiques, mais on les trouve toutefois chez l'enfant à terme, soit isolément dans la paroi des conduits glandulaires, ou bien disposées en groupes à part, enveloppées d'une maille capillaire ; mais on peut également voir tout le tissu uniformément constitué de cellules hépatiques. La lumière des canalicules glandulaires est entourée de trois ou quatre cellules. Les canaux excréteurs se sont très ramifiés en même temps que l'arbre de la veine porte s'est développé; par suite, les canaux glandulaires ne rayonnent plus autour des branches de la veine porte.

Peu après la naissance, les cellules rondes disparaissent complétement. Puis pendant le premier âge, on observe toutes les transitions entre la structure canaliculée du foie de l'embyron et la structure toute différente du foie complétement développé. Dès les premiers mois, une partie des tubes cellulaires présente un diamètre plus petit que les autres. Sur les coupes longitudinales on voit les cellules qui les composent offrir une sorte d'alternance d'un côté à l'autre; il n'est pas rare de trouver les canalicules limités seulement par deux cellules. Certains tubes persistent toutefois avec l'apparence qu'ils ont chez le nouveau-né, jusque vers l'âge de deux ans, mais le nombre en diminue de plus en plus.

Vers quatre ou cinq ans, on trouve souvent entre deux capillaires rayonnant les cellules hépatiques disposées en zig-zag ou même placées sur une file unique. — Avec les progrès de l'âge, on rencontre de plus des séries d'une seule cellule, en sorte que le caractère canaliculé du tissu hépatique n'existe plus en réalité que dans quelques endroits. Cependant on peut retrouver la première disposition jusqu'à la vingtième année et plus tard.

En résumé: le foie est formé dans le premier âge d'un réseau de canaux vraisemblablement en rapport avec les ramifications premières du canal hépatique. C'est seulement quand le système de la veine porte se développe qu'apparaissent les conduits excréteurs revêtus d'un épithélium plat, les futurs canaux biliaires interlobulaires.

Le foie de l'embryon excepté tout à fait, dans les premiers temps, est formé de deux sortes de cellules. Il résulte des conditions mêmes où se montrent et disparaissent les cellules rondes, qu'elle ne doivent être rien autre chose qu'une forme jeune des cellules permanentes. A partir de l'époque où on ne trouve plus de ces cellules, il se fait dans le foie un lent travail de déformation, une sorte « d'étirement » (Dehnung), du tissu épithélial disposé au début en tubes plus larges. Il est possible que l'accroissement du foie dépende uniquement de ce déploiement des cellules accompagné d'un allongement des vaisseaux capillaires entre lesquels on ne trouve plus chez l'adulte les cellules disposées que sur un seul rang.

IV. — Changements histologiques pendant l'atrophie de la substance hépatique.

Dans une partie de leur travail que nous n'avons point analysée MM. Told et Zuckerkandl étudient l'atrophie progressive que présentent sur certains points les bords du foie pendant le développement, en particulier sur le côté du lobe gauche. A ce niveau on voit les îlots cellulaires diminuer peu à peu de volume, d'autant plus qu'on se rapproche davantage de l'appendice membraneux où ils se perdent; les plus petits sont réduits seulement à quelques cellules. Ils sont applatis et vus de face, semblent si allongés que leur diamètre le plus court n'a que la moitié ou le tiers du plus long. La disposition des vaisseaux sanguins n'est pas changée. — Les cellules montrent constamment un caractère spécial; elles sont plus petites de moitié qu'à l'intérieur du foie, aplaties et terminées en pointe à l'extrémité de leur grand diamètre. Elles ne présentent jamais de face excavée, leur contour est effacé, on ne distingue point leurs limites quand elles sont réunies en groupe. Elles sont souvent rompues par la dissociation: on voit des noyaux auxquels adhère un reste de corps cellulaire. Celui-ci est très-finement granuleux, trouble, opaque, sans graisse, ni pigment. Le noyau est sphérique, homogène, opaque, rarement bien apparent, quelquefois invisible; l'acide

acétique dilué ne le fait pas mieux voir, tandis que le corps cellulaire devient plus pâle et çà et là paraît se dissoudre. Au contraire on voit bien ces noyaux sur des préparations à l'alcool et ils se laissent alors facilement colorer par le carmin. Sur certains foies on trouve autour de ces îlots hépatiques en régression un grand nombre de noyaux libres dans le tissu cellulaire et dont la grosseur et la forme rappellent complétement celle des cellules hépatiques voisines.

R. Blanchard.

Beitraege zur Kenntniss der Anilinfaerbungen und ihre Verwendung in der mikroskopischen Technick, par P. Ehrlich (*Arch. f. mik. Anat.*, Bd XIII, 2 Heft.)

Bien que ce mémoire ait pour titre l'application des sels d'aniline aux études histologiques en général, M. Ehrlich étudie tout spécialement leur action sur certaines cellules du tissu conjonctif, auxquelles Waldeyer a réservé le nom de *plasmazellen* (cellules plasmatiques), mais sans attribuer à ce mot la même signification que d'autres observateurs lui avait précédemment accordée. Waldeyer désigne ainsi des éléments conjonctifs riches « en protoplasma finement granuleux » (*Arch. f. mik. Anat.*, Bd XI, 1 Heft.). Nous ne suivrons pas M. Ehrlich dans toute l'énumération des sels d'aniline qu'il a employés, et dont quelques-uns (violet de méthylaniline, purpurine du commerce, saffranine, fuchsine, etc.) mériteraient certainement de fixer plus longtemps notre attention. Nous nous attacherons plus particulièrement à l'étude de l'un d'entre eux, le *dahlia* (monophenylrosanilin), qui représente en quelque sorte le réactif fondamental des plasmazellen.

Cette substance colorante fut signalée pour la première fois en technique microscopique par Zuppinger (*Arch. f. mik. Anat.*, Bd X); mais elle ne tarda pas à être rejetée à cause de sa solubilité dans la créosote. Quelques essais furent ensuite tentés par Huguenin, mais sans grands résultats. C'est à M. Ehrlich que revient le mérite d'avoir trouvé son action colorante énergique sur certains éléments conjonctifs, et d'avoir montré en même temps que ces éléments correspondaient à la variété de cellules décrites par Waldeyer sous le nom de plasmazellen.

On peut employer le dahlia en solution alcoolique ou aqueuse. Voici celle que conseille Ehrlich :

Alcool absolu.....	50 cc.
Eau distillée.....	100
Acide acétique.....	12 $\frac{1}{2}$

Dahlia q. s. pour faire une solution presque concentrée.

Les pièces doivent y séjourner pendant douze heures environ, puis sont lavées dans l'alcool et montées dans l'essence de térébenthine.

Sur une pareille préparation, les plasmazellen se présentent comme des corps de forme variable, fortement colorés en violet, tandis que leur noyau se détache au contraire en clair. Les autres éléments anatomiques, cellules épithéliales, cellules ordinaires du tissu conjonctif, etc., ne montrent qu'une légère teinte violette, avec le noyau plus fortement coloré. Il sera donc toujours facile de distinguer à première vue les plasmazellen des autres cellules du tissu conjonctif, et de rechercher leur présence dans la profondeur des différents tissus et organes.

Ces éléments sont surtout abondants dans la langue de la grenouille, où ils forment de véritables traînées le long des faisceaux musculaires. Voici comment il convient de procéder en particulier pour cet organe (1). On tend fortement une langue de grenouille ou de crapaud sur un cadre de liége, puis, à l'aide d'un scalpel ou d'une pince, on enlève l'épithélium qui la recouvre sur les deux faces. La pièce est ensuite plongée pendant vingt-quatre heures dans de l'alcool légèrement dilué. Au bout de ce temps, on remplace l'alcool par la solution de dahlia qu'on laisse agir de douze à vingt-quatre heures. Si la précipitation du dahlia s'est bien opérée, toute la préparation paraît colorée en violet intense. On la soumet alors à un lavage de quelques minutes dans de l'alcool dilué ou simplement dans de l'eau distillée, et on la prépare dans de l'essence de térébenthine. On peut également se servir de glycérine, seulement il est bon, vu la grande solubilité du dahlia, de laisser la pièce séjourner pendant quelque temps dans un mélange de glycérine et d'eau, avant de la monter définitivement.

La langue choisie devra être de dimension moyenne ; si elle était trop épaisse, l'examen en serait fort difficile, impossible même dans certains cas ; si elle était trop mince au contraire, l'enlèvement de l'épithélium ne pourrait guère se faire sans quelque déchirure de la membrane. Les éléments qui nous occupent se trouvent répandus dans toute la trame conjonctive de l'organe. Ainsi que nous le disions plus haut, ils sont surtout nombreux au pourtour des faisceaux musculaires où ils affectent une direction longitudinale. Dans l'intervalle de ces faisceaux, ils s'entrecroisent indifféremment dans tous les sens. C'est surtout à ce niveau que leur étude devient facile : l'observation n'y est pas gênée par l'épaisseur des faisceaux musculaires. Leur forme est généralement celle d'un fuseau très-allongé, à extrémité rarement bifurquée. Le noyau présente l'aspect d'un petit bâtonnet inclus dans la partie renflée de l'élément. Tantôt il se trouve relégué vers l'une des extrémités de la cellule, tantôt au contraire il en occupe exactement le centre. On compte parfois deux

(1) Bien que les détails qui suivent ne se trouvent pas dans le travail de M. Ehrlich, nous avons tenu néanmoins à les signaler, afin d'éviter les tâtonnements auxquels on est exposé dans l'essai de tout nouveau réactif. Ils nous ont été communiqués dans le laboratoire de M. Waldeyer, où nous avons pu vérifier par nous-même l'exactitude de la description faite par M. Ehrlich.

et même trois noyaux dans le même corps cellulaire. Il est assez difficile d'affirmer si, oui ou non, les plasmazellen s'anastomosent par leurs extrémités, les tiraillements auxquels on a soumis la membrane amenant forcément dans ce cas des dépôts irréguliers de dahlia.

En dehors de cette première variété de plasmazellen, qu'on rencontre chez la grenouille au voisinage des muscles (muscles de l'œil) et dans la tunique adventice des gros vaisseaux, M. Ehrlich en signale une seconde représentée par des cellules polyédriques de petite dimension. Ces éléments répondent surtout à ceux que S. Mayer a figurés dans le grand sympathique de la grenouille. Ils sont réunis par groupes ou répandus isolément entre les fibres lamineuses, mais jouissent toujours de la propriété fondamentale de fixer énergiquement le dahlia. C'est dans le tissu conjonctif de la choroïde qu'on en observe la forme la plus réduite.

Chez les animaux supérieurs (veau, chèvre, chien, etc.), il est assez difficile de donner des plasmazellen une représentation exacte. Leurs dimensions ainsi que leur forme varient non-seulement d'un animal à l'autre, mais encore suivant les organes envisagés chez le même animal. Certaines cellules paraissent complétement sphériques, d'autres offrent de légers prolongements également colorés en violet par le dahlia, quelques-unes enfin sont complétement plates. Leur forme semble surtout dépendre, ainsi que le fait remarquer M. Ehrlich, de l'espace qui leur est laissé libre entre les éléments environnants.

M. Ehrlich a recherché la présence de ces éléments dans la plupart des organes. Il les a retrouvés dans la langue, l'estomac, l'intestin, les glandes lymphatiques, la rate, le thymus, le foie, le pancréas, la parotide, la glande mammaire, les poumons, l'utérus, la peau, etc..... On les rencontre également dans la plupart des membranes conjonctives, telles que le mésentère, la dure-mère, la choroïde, etc. Ces éléments sont très-rares dans le rein et manquent complétement dans les capsules surrénales et le testicule, bien que Waldeyer ait primitivement rangé dans la même catégorie les cellules interstitielles de ce dernier organe.

Le travail de M. Ehrlich nous paraît surtout important en ce qu'il tend à confirmer certaines données de l'anatomie générale, d'après lesquelles les éléments anatomiques seraient formés par le mélange intime en proportions variables de substances jouissant de propriétés différentes (voy. les recherches déjà anciennes de Brücke sur les hématies; celles de Kleinenberg sur *les cellules névro-musculaires de l'hydre d'eau douce*; Kupffer, *Ueber die Differenzirung des Protoplasma an der Zellen thierischer Gewebe*, Ctbl. 1876; G. Pouchet, *Changements de coloration sous l'influence des nerfs*, dans ce journal, 1876, p. 19). C'est ainsi que certaines cellules du tissu conjonctif paraissent constituées par la fusion au moins de deux principes distincts, l'un fixe, n'offrant pas de mouvements, l'autre essentiellement contractile. Il serait intéressant de rechercher laquelle de ces deux substances prédomine dans la variété cellulaire

qui nous occupe, ou bien encore de voir si l'on n'est pas en présence d'une troisième substance venant encore compliquer la composition des éléments conjonctifs. Nous ne savons pas qu'aucune tentative ait été faite dans ce sens, ni qu'on ait étudié l'action du dahlia sur les éléments éminemment contractiles désignés sous le nom de chromoblastes, alors que leur corps cellulaire est encore peu chargé de pigment.

F. T.

Embryologie de quelques éponges de la Manche, par M. Ch. Barrois. (Thèse de Paris, 1876.)

Les nombreux travaux qui, depuis la belle monographie des Calcispongiaires de Hæckel, se sont succédé sur l'embryologie de ces organismes, n'ont, il faut bien le dire, pas toujours apporté une confirmation au cycle théorique établi par cet auteur : les nombreuses divergences qui paraissent exister entre la nature et sa théorie ont été diversement interprétées par ses successeurs : pour les uns, la discordance est réelle, et le cycle de développement est en réalité plus complexe que le pense Hæckel (O. Schmidt) ; pour les autres, elle n'est peut-être qu'apparente, et doit céder devant des recherches plus approfondies ; c'est là ce qui explique les nombreuses tentatives infructueuses jusqu'ici, pour soumettre au contrôle le cycle théorique et pour retrouver la *Gastrula*.

Le travail de M. Barrois est surtout un essai de démonstration à postériori, de la vérité ou de la fausseté des vues de Hæckel. Au lieu de chercher à soumettre une fois de plus le cycle théorique à un nouveau contrôle, M. Barrois s'est simplement proposé d'étudier la succession des phénomènes embryogéniques chez un certain nombre de types et à les comparer ensuite aux données théoriques.

Ses études ne se sont pas bornées aux seules éponges calcaires : après avoir contrôlé les opinions de ses devanciers sur cette classe (*Sycandra compressa*, *Sycandra coronata*, *Sycortis ciliata*, *Ascandra contorta*), M. Barrois a étendu ses recherches aux Myxosponges (*Halisarca lobularis* et *Dujardini*), aux Fibrosponges (*Verongia rosea*, *Gummina mimosa*), et aux Silicisponges (*Isodyctia rosea*, *Desmacidon fruticosa*) ; nous allons indiquer ici brièvement les résultats auxquels il est arrivé en les comparant aux stades théoriques de Hæckel, tant à l'état de larve qu'à l'état adulte.

1. Larve. — Le cycle théorique de Hæckel commence par la genèse de l'œuf aux dépens de l'endoderme, puis viennent la *morula*, la *planula* et la *gastrula ciliée* qui constitue la larve libre. Pour M. Barrois, les choses se passent tout différemment : il admet avec Franz Eilhard Schulze la naissance de l'œuf dans le *mésoderme*. La segmentation donne généralement naissance à une *blastula*, enfin, chacune des moitiés de cette blastula se différencie ensuite d'une manière spéciale : l'antérieure (dirigée

en avant pendant la marche) devient claire transparente et se couvre de longs cils; la postérieure devient obscure, ses cellules se fusionnent plus ou moins entre elles; elles n'ont pas de cils ou n'en ont que de très-courts : entre ces deux moitiés se trouve une couronne de structure variable.

Une courte description des particularités que présente ce type chez les groupes les plus importants est indispensable ici.

1. *Myxosponges* (*Halisarca lobularis*) et *Fibrosponges* (*Verongia rosea*).— C'est chez les Fibrosponges et les Myxosponges que la larve libre s'écarte le moins de la blastula : chez les premières, la moitié postérieure se distingue de l'antérieure par sa forme aplatie, sa couleur, les contours vagues de ses cellules et l'absence de cils; elle se distingue dès le début de la segmentation par des taches de pigment accumulés à l'un des pôles, la cavité de segmentation demeure très-spacieuse chez la larve libre, qui conserve ainsi l'aspect d'une blastula; entre les deux moitiés se trouve la couronne portant ici de longs cils mobiles. Chez les Myxosponges la structure est la même, seulement la différenciation en deux moitiés n'apparaît qu'après l'éclosion et consiste surtout dans l'accroissement en longueur des cellules postérieures à cils courts, qui se soudent en une masse compacte, tandis que les antérieures s'amincissent pour former une mince membrane; la couronne n'est guère visible chez cette espèce; l'aspect de blastula se conserve sans grande modification.

2. *Calcispongiaire* (*Sycandra compressa, coronata, ciliata, Ascandra contorta*). — Les différences sont plus étendues chez les éponges calcaires; ici, l'embryon, au lieu d'éclore à l'état de blastula différenciée en deux moitiés distinctes, présente une invagination de la moitié obscure (postérieure) dans la moitié claire, formant ainsi une *gastrula*. Cette gastrula est bientôt détruite par un troisième phénomène : chacun des feuillets qui la compose s'accroît, le premier, en une masse de longues cellules cylindriques avec flagellum; le second, en une masse de grosses sphères fortement réfringentes. En raison de cet accroissement, les grosses sphères graisseuses (?) sont refoulées en dehors par les longues cellules transparentes de la région antérieure, la gastrula se détruit et les deux masses primitivement emboîtées se retrouvent comme auparavant à la suite l'une de l'autre; c'est une *amphiblastula* à parois très-épaisses et à cavité de segmentation très-réduite.

Une portion des grosses sphères postérieures se dispose, vers la fin de l'état larvaire, en un cercle continu situé à la limite des deux moitiés, et qui constitue la couronne. Des deux gastrula signalées par Franz-Eilhard Schulze et Metschnikoff, la première est donc réelle, mais transitoire, et sans influence sur le reste du développement (1); la seconde n'existe pas, elle dérive d'une erreur due au développement exagéré que prend quelquefois la moitié postérieure par rapport à l'antérieure.

(1) Schulze a reconnu la vérité de cette observation; dans une note récemment

3. *Éponges siliceuses* (*Isodyctia rosea*, *Desmacidon fruticosa*). — C'est ici que se trouve la modification la plus étendue : la segmentation donne naissance à une *morula*; la surface de cette morula se différencie en deux moitiés, comme la surface de la *blastula* dans les exemples précédents; mais il y a ici en plus une masse interne : cette dernière se sépare des cellules superficielles dans toute la moitié transparente, il se produit dans toute cette portion une *délamination;* elle reste au contraire en continuité avec la moitié postérieure, et finit par constituer avec elle un plasmodium continu qui joue le même rôle que la partie postérieure des embryons ordinaires, tout en faisant une saillie plus considérable à l'intérieur. Ici donc, la moitié postérieure, au lieu de se former en entier par différenciation de la surface, se forme en partie par ce moyen et en partie par délamination; le résultat ne diffère pas néanmoins d'une manière sensible, et la structure de la larve demeure constante. La couronne moyenne est ici très-visible et se compose de longs cils à mouvements caractéristiques.

En résumé, l'embryon cilié se compose de deux masses superposées et se rapproche plus du stade amphiblastula que de la gastrula : les deux derniers exemples (éponges calcaires et siliceuses) toutefois montrent qu'il y a tendance à ce que la moitié postérieure soit recouverte par l'antérieure : la première formerait alors le feuillet interne, la seconde le feuillet externe, et la couronne, le passage de l'un à l'autre, c'est-à-dire la bouche de la gastrula si l'on voulait poursuivre la comparaison. Déjà à ce stade on peut, suivant M. Barrois, indiquer la destinée de chacune de ces parties : la moitié antérieure formera l'exoderme ; la postérieure, le rudiment commun des feuillets moyen et postérieur de l'éponge adulte; enfin, la couronne appartiendrait au feuillet moyen ; c'est à son pourtour que semblent apparaître les premiers produits mésodermiques (spicules).

II. Éponge. — En somme, la larve libre présente les feuillets, avec un commencement de stratification; la fixation correspond à la stratification complète et définitive; sur la manière dont se fait celle-ci nous retrouvons encore une grande différence entre les faits observés par M. Barrois et les vues théoriques de M. Hæckel.

Pour Hæckel, la larve se fixe par le pôle antérieur, la bouche dirigée en l'air ; on a ainsi un stade qui ressemble à un jeune hydraire, c'est l'*ascula* : le tube digestif de cette ascula représente l'endoderme de l'adulte, et les diverses modifications que présente cet endoderme dérivent de la ramification en système gastro-vasculaire, de l'endoderme de l'*ascula*, comme l'indique le tableau suivant :

publiée dans le *Zeitschrift für wiss. Zool.*, Bd. XXVI, p. 486, il se rallie à la manière de voir de M. Barrois et déclare que parmi toutes les amphiblastula dessinées par lui comme précédant la gastrula, une partie doit être placée à la suite de la gastrula.

1. Type *Ascon* : l'endoderme tapisse simplement l'intestin en formant un large sac.
2. Type *Sycon* : l'endoderme s'étend de l'intestin en tubes radiaires qui y débouchent encore.
3. Type *Leucon* : l'endoderme quitte l'intestin pour aller former des sphères creuses (corbeilles vibratiles), disséminées dans le tissu de l'éponge.

Pour M. Barrois, la stratification se fait par affaissement de la masse antérieure sur la masse postérieure : la larve se repose sur cette dernière (1), puis elle commence à s'étaler et en même temps a lieu l'affaissement; les deux masses sont en peu de temps converties en deux plaques intimement appliquées l'une contre l'autre, sans traces de cavités. La périphérie de la lame inférieure correspond à la couronne. Le feuillet inférieur de la plaque solide ainsi obtenue se différencie ensuite directement en endoderme et en mésoderme :

1° En endoderme, par formation directe et sur place des cellules flagellées disposées soit en sac (Ascons), soit en tubes (Sycons), soit en sphères (Leucon, Halichondrida, Myxosponges);

2° En mésoderme, où apparaissent des spicules et des lacunes : ces lacunes constituent un système de canaux qui vient déboucher à l'extérieur par des pores plus ou moins grands situés à la surface de l'exoderme; l'oscule n'est qu'un pore plus grand que les autres; c'est une lacune plus spacieuse située directement sous l'exoderme qu'il soulève, et où viennent déboucher un grand nombre de canaux.

En résumé, le développement qui suit la fixation ne consiste nullement en un développement centrifuge de l'oscule à la périphérie, mais c'est au contraire un développement centripète de la périphérie à l'oscule; celui-ci apparaît en dernier lieu; il n'a pas la signification du tube digestif de la gastrula, mais celui d'un simple pore; les cavités de l'éponge n'ont rien de commun avec celles de la larve et sont de formation nouvelle.

La description succincte des trois cas particuliers les plus importants fera mieux saisir toutes ces différences.

1. *Myxospongiaires, éponges siliceuses.* — C'est chez les éponges à endoderme disposé en sphères (corbeilles vibratiles) que le cas est le plus simple; les deux systèmes de cavités (cavité endodermique ou corbeille

(1) La fixation de la larve par l'extrémité postérieure paraît (contrairement à Hæckel) être la règle générale chez les éponges; dans quelques cas exceptionnels, elle peut se faire, suivant M. Barrois, par l'extrémité antérieure, ou même par un point quelconque de la surface (*Desmacidon fruticosa*); mais dans ce cas, on remarque, qu'avant la fixation, la masse postérieure est venue faire saillie à l'extérieur au futur point de fixation; la saillie fixée attire ensuite à elle toute la masse postérieure, tandis que l'antérieure s'accroît au-dessus pour la recouvrir; on en revient ainsi, par une voie détournée, au procédé ordinaire.

vibratile, et lacunes du feuillet moyen) se forment d'une manière régulière en même temps que les spicules dans la masse solide du feuillet inférieur; les cavités mésodermiques viennent ensuite déboucher à la surface par les pores; il se forme de plus, par places sous l'exoderme, des lacunes plus considérables, où viennent déboucher un grand nombre de ces canaux, et qui crèvent ensuite à l'extérieur pour former les oscules.

2. *Ascons.* — La double lamelle étalée qui provient de la fixation ne reste pas à cet état, mais elle se ramasse sur elle-même et prend bientôt une forme arrondie, puis cylindrique, composée d'une enveloppe superficielle (exoderme) et d'une masse interne représentant le rudiment commun des feuillets interne et moyen; au milieu de cette masse se forme ensuite un vaste sac endodermique qui vient crever par éruption à l'extérieur.

3. *Sycons.* — C'est chez les Sycons que les phénomènes sont les plus complexes : nous avons d'abord le même changement que chez les Ascons, et formation d'un être plus ou moins sphérique à enveloppe externe et à masse interne (endoderme, mésoderme); ce stade répond au *Clistolynthus* d'Hæckel; le Sycon se complète ensuite, mais par un procédé particulier; la grande cavité centrale de l'éponge adulte n'est pas, comme le dit le naturaliste d'Iéna, homologue de celle de l'Ascon ; elle semble se former ici par invagination de l'exoderme, et dériver d'une disposition en coupe telle qu'on la rencontre moins accentuée chez les Poterion et les Veluspa : les systèmes de canaux qui se forment dans l'éponge (tubes radiaires, intercanaux) par différenciation de la masse interne, au lieu de venir déboucher directement à l'extérieur, viennent déboucher dans l'intérieur de cette coupe. En même temps que la conception théorique d'Hæckel, M. Barrois repousse l'idée qui fait du Sycon une colonie dont chaque tube répondrait à un individu d'Ascon; la disposition des spicules à trois branches n'autoriserait en effet ce rapprochement qu'en admettant que le pore gastral du tube radiaire correspond à la bouche et le pore dermal au point de fixation de l'Ascon, ce qui ne saurait s'accorder avec la direction des courants chez les Sycons.

A cet aperçu général de la structure des éponges basée sur l'embryologie, M. Barrois ajoute un dernier fait important : c'est le fait de la naissance des spicules droits, avant les spicules à plusieurs rayons, fait qui contredit encore les vues de Hæckel et dont il faudra tenir un grand compte en phylogénie.

Comme cavités propres, les éponges ne possèdent que deux grands systèmes qui peuvent se dominer plus ou moins l'un l'autre : le système des cavités endodermiques et le système des cavités mésodermiques; mais on peut y adjoindre deux espèces de cavités d'un autre centre : celles auxquelles l'éponge prend part tout entière (forme en coupe, de Poterion, Veluspa et Sycons), et celles qui résultent de soudures incomplètes des différents membres d'un polypier d'éponge.

En résumé, le travail de M. Barrois établit comme suit le développement des animaux qu'il a observés :

1. Formation d'une larve libre (amphiblastula) à deux feuillets stratifiés séparés par une couronne (point de départ de produits mésodermiques).

2. Aplatissement de l'animal et formation de deux lames superposées avec disparition des cavités embryonnaires.

3. Apparition dans la lame inférieure des deux systèmes de cavités propres de l'éponge ; formation de l'oscule.

Ces vues diffèrent notablement de celles d'Hæckel. La gastrula subsiste, si l'on prend cette expression dans son sens le plus large, de feuillets emboîtés, mais on ne saurait admettre qu'il y ait chez ces animaux gastrula, au sens rigoureux du mot, c'est-à-dire désignant quelque chose de comparable à l'organisation des hydraires.

Ueber einen Nervenplexus und Nervenendigungen in einer Sehne (*Sur la présence d'un plexus nerveux et de terminaisons nerveuses dans un tendon*), par Alexander ROLLETT (1) (*Sitzb. der k. Akad. der Wissensch.* Bd. LXXIII, Abth. III, 1876).

Les recherches de l'auteur ont porté sur le tendon du muscle sterno-radial (Cuvier) de la grenouille. Si l'on étale ce tendon sur une lame de verre, et qu'on le traite par un acide étendu, on met en évidence à la périphérie de l'organe un riche plexus nerveux dont quelques branches pénètrent également dans son épaisseur. On voit, de plus, quelques filets nerveux aboutir à des sortes de renflements terminaux auxquels Rollett réserve le nom de *Nervenschollen* (motte nerveuse), pour ne rien préjuger de leur fonction. Ces « Nervenschollen » occupent généralement le milieu du tendon au nombre de deux à six. Les réactifs auxquels Rollett a recours pour étudier la structure intime de ces organes sont le chlorure d'or légèrement acidifié et l'acide osmique. Voici quel serait, d'après l'auteur, le mode apparent de terminaison des fibres nerveuses.

Chaque fibre, avant de pénétrer dans le « Nervenschollen », commence par se diviser en deux ou trois tubes à myéline, qui, au bout d'un court trajet, ne tardent pas eux-mêmes à se partager en plusieurs rameaux courts et épais, pourvus également de myéline. Ceux-ci se terminent directement par de longs filaments effilés, ou bien se subdivisent de nouveau, pour aboutir toujours au même mode de terminaison. Entre ces ramifications nerveuses, on trouve une matière hyaline, parfois

(1) Comp. : *Die Nerven der Sehnen*, par Sachs, (*Reichert u. Du Bois-R's Arch.*, 1875).

légèrement grenue, contenant des noyaux circulaires ou ovoïdes nucléolés. La substance des noyaux paraît brillante et rappelle celle des noyaux des plaques électriques de la torpille ou des plaques terminales des muscles. Ces noyaux sont surtout abondants au voisinage du second point de division des tubes nerveux ; ils sont beaucoup plus rares et plus espacés vers leur terminaison.

Dans quelques circonstances, la substance fondamentale des « Nervenschollen » présente un aspect tout différent. On dirait un lacis extrême de filaments très-fins, dans lequel les noyaux et même les tubes nerveux sont assez difficiles à distinguer. Sur les préparations colorées au chlorure d'or, on voit des prolongements très-fins partir du « Nervenschollen » et s'enfoncer dans la profondeur du tendon.

Bien que l'étude anatomique de ce plexus nerveux et des renflements connus sous le nom de « Nervenschollen » soit assez complète, néanmoins le rôle physiologique de ces organes ne paraît pas encore démontré. On songe tout d'abord à les mettre en relation avec les phénomènes réflexes de l'accouplement, pendant lequel le muscle sterno-radial joue un des rôles les plus importants, mais Rollett n'est jamais parvenu à déterminer trace d'excitation ni chez le mâle, ni chez la femelle, où l'on rencontre également un plexus nerveux très-developpé. On ne saurait de même leur attribuer une action vaso-motrice, car le tendon considéré ne possède que de rares vaisseaux capillaires.

F. T.

ERRATA

Page 204, ligne 21, au lieu de « face interne » lisez face externe.

Page 458, rétablir ainsi qu'il suit la transposition du texte des pages 460 et 461 au commencement du mémoire de M. le docteur Surmay :

Sur l'ensemble du mécanisme du cœur, je pense qu'on peut aujourd'hui affirmer sans témérité que l'accord est fait dans la science. Mais il est un point sur lequel les opinions restent encore divergentes : je veux parler de l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires, de la fonction et du mode de fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires.

Il y a longtemps que pour la première fois je me suis occupé de cette question, et dans un mémoire publié dans la *Gazette médicale*, en 1852, j'ai exposé sur ce sujet quelques vues nouvelles (1).

Soit parce que l'étude particulière du jeu des valvules, à laquelle j'avais été amené dans le cours de mon travail, n'y était présentée que d'une manière incidente, bien qu'elle en fût la partie vraiment originale, soit, peut-être, faute de développements suffisants, ou pour tout autre motif, mes idées passèrent, je crois, assez inaperçues ou ne furent qu'incomplétement comprises.

Mais dans les expérimentations et les travaux qui ont été faits depuis, alors même qu'ils n'ont pas conduit leurs auteurs à des conclusions identiques aux miennes, j'ai trouvé la confirmation de ma propre manière de voir. Il est même arrivé qu'une théorie tout récemment exposée offre avec la mienne et sur un point important une analogie sensible, et lui a donné ainsi une sorte de rajeunissement. Ces circonstances m'ont paru propices à la reprise de mes études sur un sujet qu'à cause de son importance physiologique et clinique je n'ai, du reste, jamais perdu de vue. C'est pourquoi je me suis décidé à entreprendre le présent travail, dans lequel je me propose d'exposer mes idées anciennes en les appuyant sur des développements et des faits nouveaux, et ensuite d'en achever la démonstration en faisant la critique des autres opinions.

Voici ce que j'écrivais en 1852 :

I

« Comment se fait l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires ?

. . . . . .

(1) *Recherches sur les mouvements et les bruits normaux du cœur, pour arriver au diagnostic des bruits anormaux qui se passent aux orifices de cet organe*, par M. Surmay, interne des hôpitaux. (*Gaz. médic. de Paris*, 1852.)

Le propriétaire-gérant

GERMER BAILLIÈRE.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DOUZIÈME

ANATOMIE NORMALE

Procédé de coloration des coupes du système nerveux, par M. Mathias Duval. 111
Recherches sur quelques épithéliums plats dans la série animale, par MM. F. Tourneux et G. Herrmann ..... 199 et 375
Sur un microtome congelant par la vaporisation de l'ammoniaque, par M. Vignal 424
Trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle épinière, par MM. C. Sappey et Mathias Duval 437
Recherches sur l'origine réelle des nerfs crâniens, par M. Mathias Duval.... 496
Note sur la constitution du tissu fibreux, par M. Ch. Robin..... 611
Observations sur quelques points de la texture des séreuses, par MM. Robin et Cadiat..... 621
Sur les changements de forme et de texture du foie de l'homme pendant la croissance, par MM. Toldt et Zuckerlandl..... 644
Beiträge zur Kenntniss der Anilinfaerbungen und ihre Verwendung in der mikroskopischen Technick, par P. Ehrlich..... 653

ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Expériences sur la transmission des inflammations, par M. J. Burdon Anderson. 367
Sur l'état des nerfs dans l'ulcère perforant du pied, par M. Michaux..... 429
Note sur un cas d'hétérotopie consécutive à un épithélioma du sein chez l'homme, par MM. G. Hermann et F. Tourneux..... 607

PHYSIOLOGIE NORMALE

Des changements de coloration sous l'influence des nerfs, par M. G. Pouchet..... 1, 113
Recherches expérimentales sur la respiration pulmonaire chez les grands mammifères domestiques, par M. André Sanson..... 166, 225
Experiments on the laryngeal Nerves and Muscles of Respiration, etc., in a Criminal executed by Hanging, par M. W. Keen..... 222
Mémoire sur l'organisation et la distribution zoologique des Acariens de la famille des Gamasidés, par M. P. Mégnin..... 288
Sur un acide nouveau préexistant dans le lait frais de jument et nommé acide équinique, par M. Jules Duval 362
Recherches pour servir à l'histoire des tétraniques, par M. A.-L. Donnadieu.. 433

Sur l'aptitude qu'ont les huîtres à reproduire dès la première année, par M. Z. Gerbe 440
Quelques mots à propos de récents travaux sur l'histoire naturelle des Acariens, publiés en France et en Allemagne 443
Note sur la durée de la sensation tactile, par M. Léon Lalanne 449
De l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires ; de la fonction et du fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires, exposé dogmatique et critique, par M. Surmay 458
Étude sur l'embryogénie des éphémères, notamment chez le *Palingenia virgo*, par M. N. Joly 496
Contribution à l'histoire de la vision chez les cirrhipèdes, par MM. G. Pouchet et Jobert 575
Sur un acarien nouveau suivi d'un essai d'une classification parallèle de l'ordre des Acariens, par M. A. L. Donnadieu 598
Embryologie de quelques éponges de la Manche, par M. Ch. Barrois 656
Sur la présence d'un plexus nerveux et de terminaisons nerveuses dans un tendon, par H. Rollett 661

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE

De l'apparition des sels biliaires dans le sang et les urines déterminée par certaines formes d'empoisonnement, par MM. V. Feltz et Ritter 91
De l'action des sels biliaires sur le pouls, la tension, la respiration, la température, par MM. V. Feltz et Ritter 270
Mémoire sur les affections des appareils de la vision chez les oiseaux, par M. O. Larcher 337
Recherches expérimentales sur la régénération du tissu osseux, par M. V. Feltz. 375
Des effets du mercure à petites doses sur le nombre des globules rouges du sang dans la syphilis, par M. E. L. Keyes 446
Critique expérimentale de la glycémie. Des conditions physico-chimiques et physiologiques à observer pour la recherche du sucre dans le sang, par M. Claude Bernard 533
Recherches expérimentales sur les effets toxiques de la nitro-glycérine et de la dynamite, par M. A. Bruel 552
Étude d'un monstre pleuro-célosomien, par MM. Ern. Martin et Letulle 561
Note sur la faculté qu'ont certains Acariens avec ou sans bouche de vivre sans nourriture pendant des phases entières de leur existence et même pendant toute leur vie, par M. P. Mégnin 603

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME DOUZIÈME.

TABLE DES AUTEURS

BARROIS (Ch.). Embryologie de quelques éponges de la Manche..... 656
BERNARD (Claude). Critique expérimentale de la glycémie. Des conditions physiques, chimiques et physiologiques à observer pour la recherche du sucre dans le sang..... 533
BRUEL (A.). Recherches expérimentales sur les effets toxiques de la nitroglycérine et de la dynamite..... 552
BURDON ANDERSON (J.). Expériences sur la transmission des inflammations. 367
DONNADIEU (A.-L.). Recherches pour servir à l'histoire des tétraniques..... 433
DONNADIEU. Sur un Acarien nouveau suivi d'un Essai d'une classification parallèle de l'ordre des Acariens..... 598
DUVAL (Jules). Sur un acide nouveau préexistant dans le lait frais de jument et nommé acide équinique..... 362
DUVAL (Mathias). Procédé de coloration des coupes du système nerveux.... 111
— Recherches sur l'origine réelle des nerfs crâniens..... 496
EHRLICH (P.). Beiträge zur Kenntniss der Anilintaerbungen und ihre Verwendung in der mikroskopischen Technick..... 653
FELTZ (V.). Recherches expérimentales sur la régénération du tissu osseux. 375
FELTZ et RITTER. De l'action des sels biliaires sur le pouls, la tension, la respiration, la température..... 270
FELTZ et RITTER. De l'apparition des sels biliaires dans le sang et les urines, déterminée par certaines formes d'empoisonnement..... 91
GÉRBE (Z.). Sur l'aptitude qu'ont les huîtres à reproduire dès la première année..... 440
HERMANN (G.) et F. TOURNEUX. Note sur un cas d'hétérotopie consécutive à un épithélioma du sein chez l'homme..... 607
JOLY (N.). Étude sur l'embryogénie des éphémères, notamment chez le *Palingenia virgo*..... 496
KEEN (W.-W.). Experiments on the laryngeal Nerves and Muscles of Respiration, etc., in a Criminal executed by hanging..... 222
KEYES (E.-L.). Des effets du mercure à petites doses sur le nombre de globules rouges du sang dans la syphilis..... 446
LALANNE (Léon). Note sur la durée de la sensation tactile..... 449
LARCHER (O.). Mémoire sur les affections des appareils de la vision chez les oiseaux..... 337
MÉGNIN (P.). Mémoire sur l'organisation et la distribution zoologique des Acariens de la famille des Gamasidés..... 288
MÉGNIN (P.). Note sur la faculté qu'ont certains Acariens avec ou sans bouche de vivre sans nourriture pendant des phases entières de leur existence et même pendant toute leur vie..... 603

MICHAUX. Sur l'état des nerfs dans l'ulcère perforant du pied 429
POUCHET (G.). Des changements de coloration sous l'influence des nerfs.. 1, 113
POUCHET et JOBERT. Contribution à l'histoire de la vision chez les cirrhipèdes 575
ROBIN (Ch.). Note sur la constitution du tissu fibreux..... 611
ROBIN et CADIAT. Observations sur quelques points de la texture des séreuses. 621
ROLLETT (A.). Sur la présence d'un plexus nerveux et de terminaisons nerveuses dans un tendon..... 661
SANSON (André). Recherches expérimentales sur la respiration pulmonaire chez les grands mammifères domestiques..... 166, 225
SAPPEY et Mathias DUVAL. Trajet des cordons qui relient le cerveau à la moelle épinière..... 437
SURMAY. De l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires, exposé dogmatique et critique 458
TOLDT et ZUCKERLANDL. Sur les changements de forme et de texture du foie de l'homme pendant la croissance..... 644
TOURNEUX (F.) et G. HERMANN. Recherches sur quelques épithéliums plats dans la série animale..... 199, 375
VIGNAL. Sur un microtome congélant par la vaporisation de l'ammoniaque.. 424
X... Quelques mots à propos de récents travaux sur l'histoire naturelle des Acariens, publiés en France et en Allemagne..... 443

FIN DE LA TABLE DES AUTEURS DU TOME DOUZIÈME

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE I..... Iridocytes de la Vénus ; chromatophores des céphalopodes ; peau du turbot (G. Pouchet).
PLANCHE II..... Éléments colorés de la peau des poissons (Pouchet).
PLANCHE III..... Paralysies consécutives des sutures nerveuses (Pouchet).
PLANCHE IV..... Id.
PLANCHE V..... Recherches sur quelques épithéliums plats (Tourneux et Hermann).
PLANCHE VI..... Id.
PLANCHE VII..... Uropoda vegetans (Mégnin).
PLANCHE VIII.... Gamasus rotundatus, G. fungorum, Dermanyssus gallinæ, Pteroptus vespertillionis (Mégnin).
PLANCHE IX..... Recherches sur la régénération du tissu osseux (Feltz).
PLANCHE X..... Id.
PLANCHE XI..... Recherches sur quelques épithéliums plats : mammifères (Tourneux et Hermann).
PLANCHE XII..... Id.
PLANCHE XIII.... Nerfs crâniens (Mathias Duval).
PLANCHE XIV..... Id.
PLANCHE XV..... Monstre pleuro-célosomien (Martin et Letulle).
PLANCHE XVI..... Id.
PLANCHE XVII.... Yeux des cirrhipèdes (G. Pouchet et Jobert).
PLANCHE XVIII... Heterotrichus inœquarmatus (Donnadieu).

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES DU TOME DOUZIÈME.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

Martin del. Imp. Becquet, Paris.

Monstre pleuro-celosomien.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1.

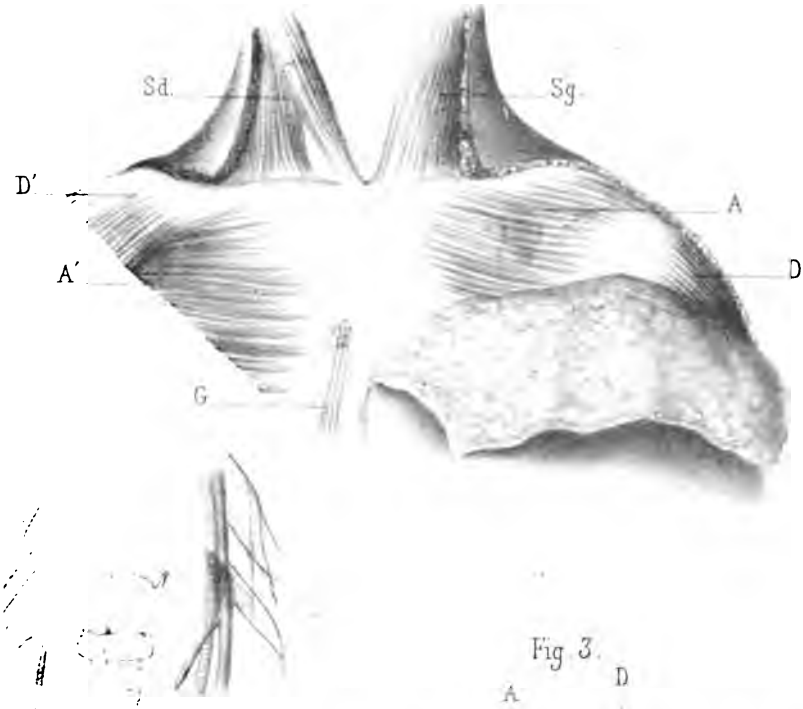


Fig. 3.

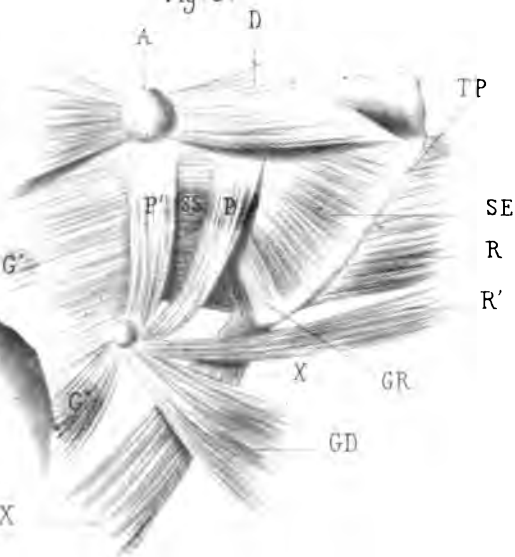
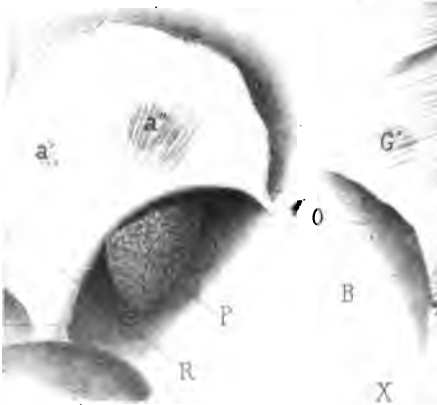


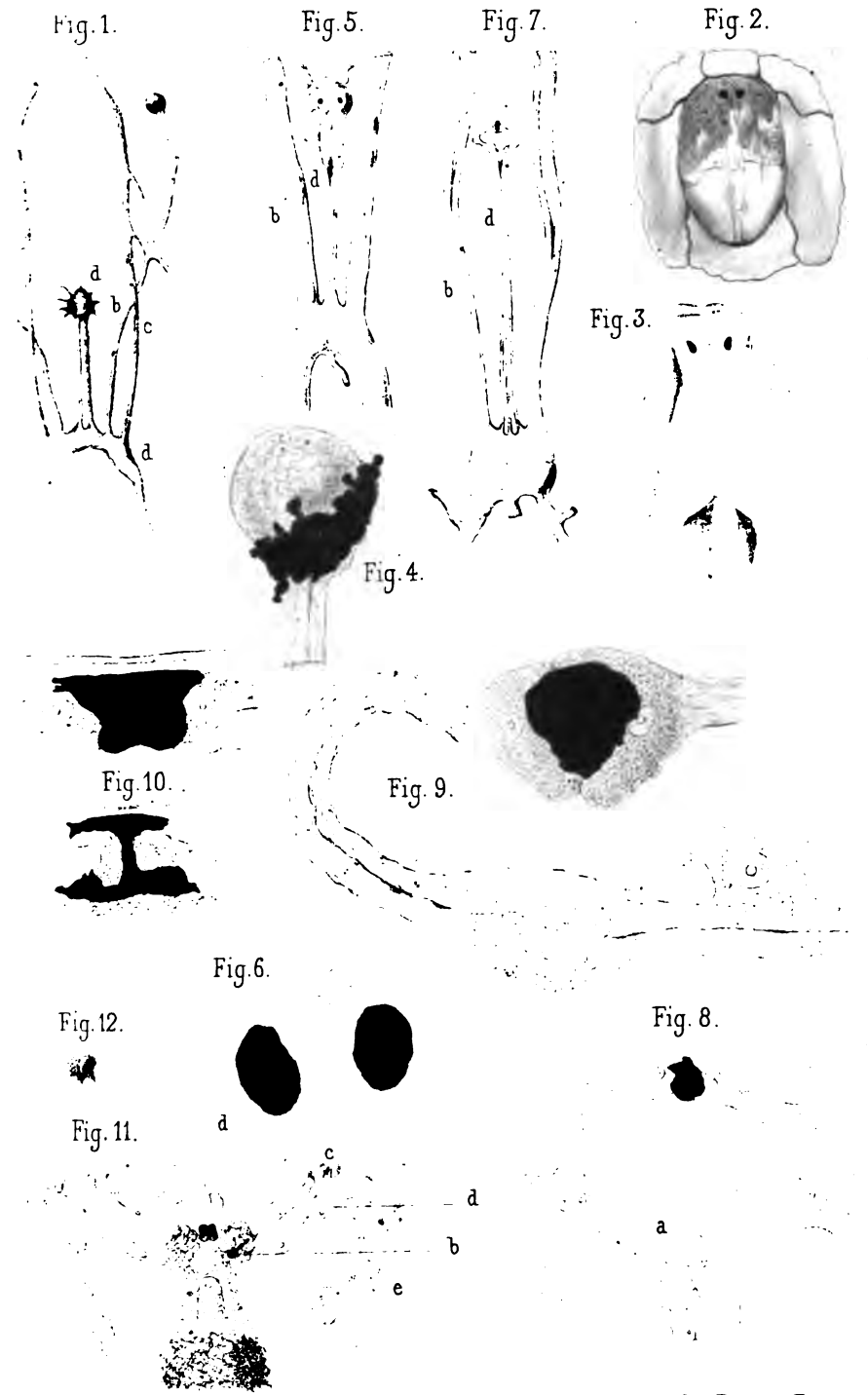
Fig. 2.



del. Imp. Becquet, Paris.

Monstre pleuro-celosomien.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

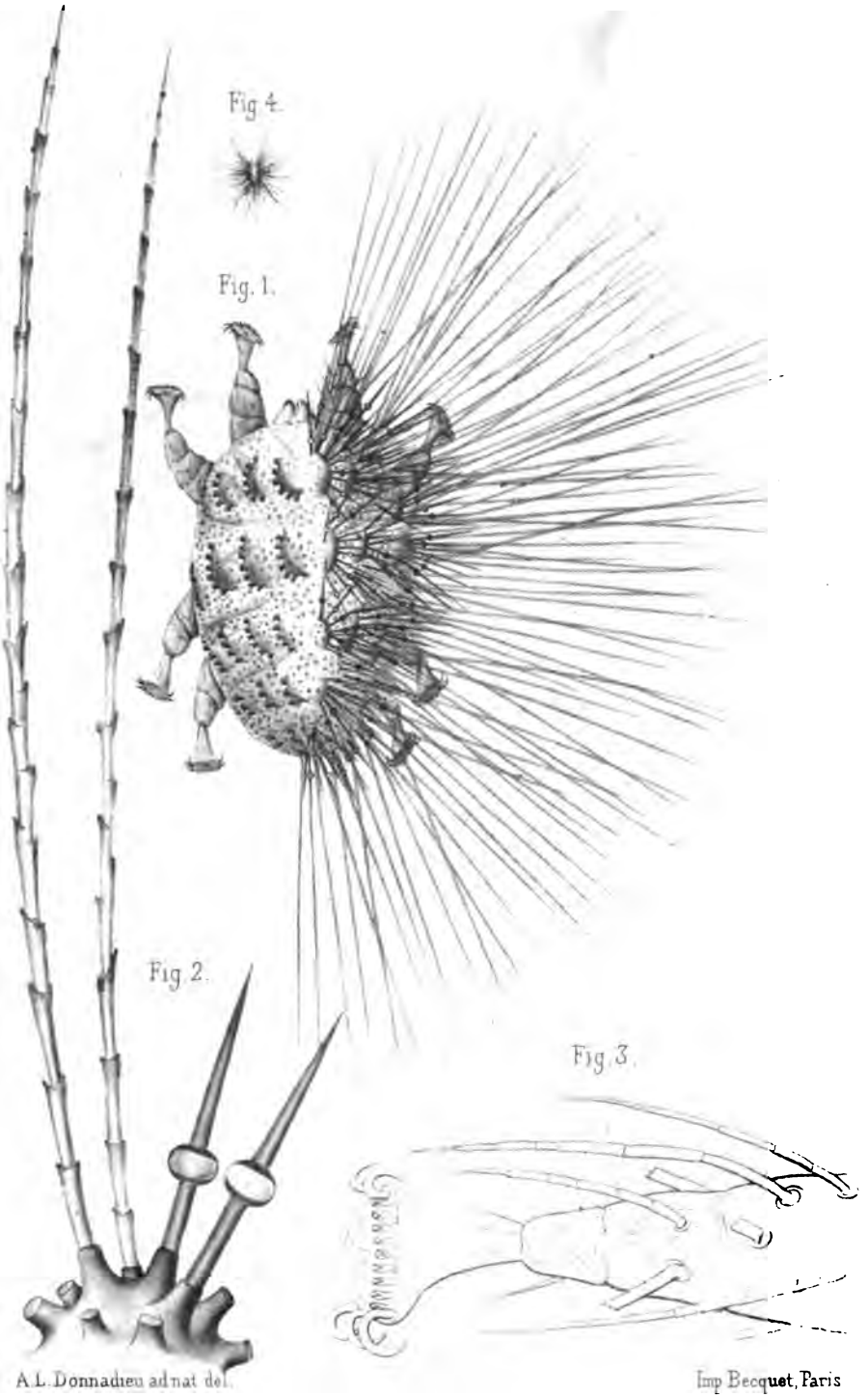


Pouchet ad nat. del.

Imp. Becquet, Paris.

Yeux des Cirrhipèdes.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Heterotrichus inæquarmatus, Donn.

Germer Baillière, Libraire à Paris

225864